

1/5/1 (Item 1 from file: 351)
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011809147 **Image available**
WPI Acc No: 1998-226057/ 199820
XRPX Acc No: N98-179541

Active matrix liquid crystal display device for mobile communication
equipment - includes switching element which synchronously drives first
and second pixel electrodes

Patent Assignee: TOSHIBA KK (TOKE)
Number of Countries: 001 Number of Patents: 001
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10068961	A	19980310	JP 96228304	A	19960829	199820 B

Priority Applications (No Type Date): JP 96228304 A 19960829

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 10068961	A	31	G02F-001/1343	

Abstract (Basic): JP 10068961 A

The device includes a pair of pixel electrode (16,22) that are
provided on principal planes of respective laminated liquid crystal
layers (46,48). A pair of counter electrode (32,34) generates
predetermined potential difference between the respective electrodes. A
switching element synchronously drives the first and second pixel
electrodes.

ADVANTAGE - Enhances yield and reflecting rate.

Dwg.1/43

Title Terms: ACTIVE; MATRIX; LIQUID; CRYSTAL; DISPLAY; DEVICE; MOBILE;
COMMUNICATE; EQUIPMENT; SWITCH; ELEMENT; SYNCHRONOUS; DRIVE; FIRST;
SECOND; PIXEL; ELECTRODE

Derwent Class: P81; P85; U14

International Patent Class (Main): G02F-001/1343

International Patent Class (Additional): G02F-001/13; G02F-001/133;

G02F-001/1339; G09G-003/36

File Segment: EPI; EngPI

1/5/2 (Item 1 from file: 347)
DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05785861 **Image available**
LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE, MANUFACTURE THEREOF AND DRIVING METHODS
THEREFOR

PUB. NO.: 10-068961 A]
PUBLISHED: March 10, 1998 (19980310)
INVENTOR(s): FUKUNAGA YOKO
KAMIURA NORIHIKO
APPLICANT(s): TOSHIBA CORP [000307] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)
APPL. NO.: 08-228304 [JP 96228304]
FILED: August 29, 1996 (19960829)
INTL CLASS: [6] G02F-001/1343; G02F-001/13; G02F-001/133; G02F-001/1339;
G09G-003/36
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment); 44.9
(COMMUNICATION -- Other)
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R011 (LIQUID CRYSTALS); R096 (ELECTRONIC
MATERIALS -- Glass Conductors)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device high in

display definition at a low cost.

SOLUTION: This device is provided with a substrate 10 having a TFT 12 and a pixel electrode 16 which is connected to the source electrode of the TFT 12, a substrate 20 having a pixel electrode 22 which is arranged so as to face the electrode 16, a middle layer 30 which is arranged between the substrates 10 and 20 and has common electrodes 32 and 34 that are independently driven, a first liquid crystal layer 46 provided between the substrate 10 and the layer 30 and a second liquid crystal layer 48 provided between the layer 30 and the substrate 20. The electrode 22 is electrically connected to the electrode 16 through a conducting section 36 formed on conductive spacers 42 and 44 and the layer 30. The layer 46 is driven by the potential difference between the electrodes 16 and 32. The layer 48 is driven by the potential difference between the electrodes 22 and 34.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-68961

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月10日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1343		G 0 2 F	1/1343
	1/13	1 0 1		1/13
	1/133	5 5 0		1/133
	1/1339	5 0 0		1/1339
G 0 9 G	3/36		G 0 9 G	3/36
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 31 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-228304

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月29日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 堀永 容子

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 上浦 紀彦

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

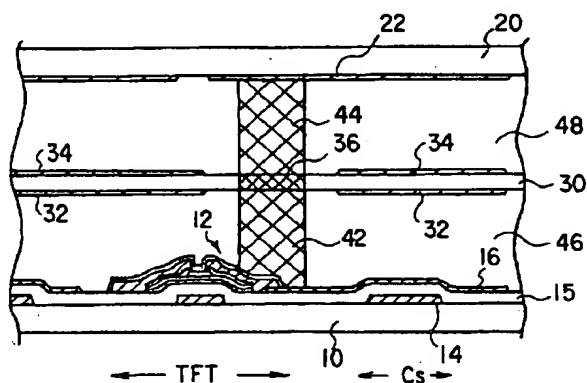
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及びこの液晶表示装置の製造方法並びにこの液晶表示装置の駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 高表示品位の液晶表示装置を安価に提供することを目的とする。

【解決手段】 この液晶表示装置は、TFT 12、及びTFT 12のソース電極に接続された画素電極16を有する基板10と、画素電極16に対向配置された画素電極22を有する基板20と、この両基板の間に配置され、その両面にそれぞれ独立に駆動可能なコモン電極32、34を有する中間層30と、基板10と中間層30との間に設けられた第1の液晶層46と、中間層30と基板20との間に設けられた第2の液晶層48とを備えている。画素電極22は、導電性スペーサ42、44、及び中間層30に形成された導通部36を介して画素電極16に電氣的に接続されている。第1の液晶層46は、画素電極16とコモン電極32との電位差により駆動され、第2の液晶層48は、画素電極22とコモン電極34との電位差により駆動される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも2層の積層された液晶層を有する液晶表示装置において、

前記積層された一方の液晶層の一方の主面に設けられた第1の画素電極と、

前記一方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第1の画素電極との間で電位差を形成する第1の対向電極と、

前記積層された他方の液晶層の一方の主面に設けられた第2の画素電極と、

前記他方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第2の画素電極との間で電位差を形成する第2の対向電極と、

前記第1及び第2の画素電極を同期して駆動するスイッチング素子と、

を備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】マトリクス状に形成された第1の画素電極群と、前記第1の画素電極群を駆動するスイッチング素子群とを有する第1の基板と、

マトリクス状に形成された第2の画素電極群を有する第2の基板と、

前記第1の基板と前記第2の基板との間に設けられ、両面に第1の対向電極と第2の対向電極とを有する中間層と、

前記第1の基板と前記中間層との間に配置された第1の液晶層と、

前記第2の基板と前記中間層との間に配置された第2の液晶層と、を備えた液晶表示装置であって、

前記第1の画素電極群と前記第1の対向電極とが対向配置され、前記第2の画素電極群と前記第2の対向電極とが対向配置され、前記第1の画素電極群と前記第2の画素電極群とが1:1に電氣的に接続されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】マトリクス状に形成された第1の画素電極群と、前記第1の画素電極群を駆動するスイッチング素子群とを有する第1の基板と、

マトリクス状に形成された第2の画素電極群を有する中間基板と、

前記中間基板に対向配置された第2の基板と、

前記第1の基板と前記中間基板との間に設けられ、両面に第1の対向電極と第2の対向電極とを有する中間層と、

前記第1の基板と前記中間層との間に配置された第1の液晶層と、

前記中間基板と前記中間層との間に配置された第2の液晶層と、

前記中間基板と前記第2の基板との間に配置された第3の液晶層と、を備えた液晶表示装置であって、

前記第1の画素電極群と前記第1の対向電極とが対向配置され、前記第2の画素電極群と前記第2の対向電極とが対向配置され、前記第1の画素電極群と前記第2の画素電極群とが1:1に電氣的に接続されていることを特

徴とする液晶表示装置。

【請求項4】前記中間層は、前記第1および第2の対向電極に対して電氣的に絶縁された中間層導通部を有し、

前記第1の画素電極群と前記中間層導通部との間に配置された第1の導電性部材、及び前記中間層導通部と前記

第2の画素電極群との間に配置された第2の導電性部材を介して前記第1の画素電極群と前記第2の画素電極群とが1:1に電氣的に接続されていることを特徴とする

請求項2または請求項3に記載の液晶表示装置。

【請求項5】前記第1及び第2の導電性部材は、それぞれ前記第1及び第2の液晶層のギャップを維持するためのスペーサとしての機能を兼ねることを特徴とする請求

項4に記載の液晶表示装置。

【請求項6】第1の基板の一方の面に第1の画素電極群、及び前記第1の画素電極群を駆動するスイッチング素子群を形成する工程と、

第2の基板の一方の面に第2の画素電極群を形成する工程と、

第3の基板の両面に画素電極群に1:1に対応して電氣的絶縁部群を有する両面对称の第1及び第2の対向電極を形成する工程と、

前記第3の基板の前記電氣的絶縁部群にスルーホール群を形成する工程と、

前記第1の基板上に前記第1の画素電極群に1:1に電氣的に接続された第1の導電性スペーサ群を形成する工程と、

前記第1の基板上に液晶セル形成用のシールパターンを塗布する第1のシール剤塗布工程と、

前記第1の導電性スペーサ群が前記スルーホール群に1:1に対応するように前記第1の基板と前記第3の基板とを組み立てる第1の組立工程と、

前記第3の基板のスルーホール群上に前記第1の導電性スペーサ群に1:1に電氣的に接続された第2の導電性スペーサ群を形成する工程と、

前記第2の基板上に液晶セル形成用のシールパターンを塗布する第2のシール剤塗布工程と、

前記第2の画素電極群が前記第2の導電性スペーサ群に1:1に電氣的に接続するように、前記第2の基板と前記第3の基板とを組み立てる第2の組立工程と、

前記第1の基板と前記第3の基板との間に液晶を注入した後、注入後を封止する第1の注入工程と、

前記第2の基板と前記第3の基板との間に液晶を注入した後、注入後を封止する第2の注入工程と、

を具備することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項7】第1の基板の一方の面に第1の画素電極群、及び前記第1の画素電極群を駆動するスイッチング素子群を形成する工程と、

第2の基板の一方の面に第2の画素電極群を形成する工程と、

第3の基板の両面に画素電極群に1:1に対応して電氣

的絶縁部群を有する両面对称の第1及び第2の対向電極を形成する工程と、
前記第3の基板の前記電氣的絶縁部群にスルーホール群を形成する工程と、
前記第2の基板上に前記第2の画素電極群に1:1に電氣的に接続された第1の導電性スペーサ群を形成する工程と、
前記第2の基板上に液晶セル形成用のシールパターンを塗布する第1のシール剤塗布工程と、
前記第1の導電性スペーサ群が前記スルーホール群に1:1に対応するように前記第2の基板と前記第3の基板とを組み立てる第1の組立工程と、
前記第3の基板のスルーホール上に前記第1の導電性スペーサ群に1:1に電氣的に接続された第2の導電性スペーサを形成する工程と、
前記第1の基板上に液晶セル形成用のシールパターンを塗布する第2のシール剤塗布工程と、
前記第1の画素電極群が前記第2の導電性スペーサ群に1:1に電氣的に接続するように、前記第1の基板と前記第3の基板とを組み立てる第2の組立工程と、
前記第1の基板と前記第3の基板との間に液晶を注入した後、注入後を封止する第1の注入工程と、
前記第2の基板と前記第3の基板との間に液晶を注入した後、注入口を封止する第2の注入工程と、
を具備することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。
【請求項8】少なくとも2層の積層された液晶層と、
前記2層の液晶層の一方の液晶層の一方の主面に設けられた第1の画素電極群と、
前記一方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第1の画素電極群との間で電位差を形成する第1の対向電極と、
前記積層された他方の液晶層の一方の主面に設けられた第2の画素電極群と、
前記他方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第2の画素電極群との間で電位差を形成する第2の対向電極と、を備え、
互いに交差する複数のゲート線及び信号線を有し、前記ゲート線と前記信号線との各交点に設けられたスイッチング素子を有し、前記スイッチング素子のソースが前記各第1の画素電極に接続され、前記スイッチング素子のゲートが前記ゲート線に接続され、前記スイッチング素子のドレインが前記信号線に接続されたスイッチング素子群が前記各第1及び第2の画素電極を同期して駆動する液晶表示装置であって、
前記ゲート線に印加するゲートパルスに同期して前記信号線に高レベルと低レベルの信号電圧を交互に連続的に印加して前記積層された一方の液晶層と他方の液晶層とを同時に交流駆動するとともに、前記信号電圧の中央電位と前記第1の対向電極との電位関係、および前記信号電圧の中央電位と前記第2の対向電極との電位関係を設

定して、前記2層の液晶層に印加される交流電圧を表示状態で正負対称にすることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項9】前記第1の対向電極の電位、前記第2の対向電極の電位、及び前記信号電圧の中央電位のうち、2つの電位を独立に設定することを特徴とする請求項8に記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項10】前記第1の対向電極の電位と前記第2の対向電極の電位とを同電位にすることを特徴とする請求項9記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項11】少なくとも2層の積層された液晶層と、
前記2層の液晶層の一方の液晶層の一方の主面に設けられた第1の画素電極群と、

前記一方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第1の画素電極群との間で電位差を形成する第1の対向電極群と、

前記積層された他方の液晶層の一方の主面に設けられた第2の画素電極群と、

前記他方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第2の画素電極群との間で電位差を形成する第2の対向電極群と、を備え、

互いに交差する複数のゲート線及び信号線を有し、前記ゲート線と前記信号線との各交点に設けられたスイッチング素子を有し、前記スイッチング素子のソースが前記各第1の画素電極に接続され、前記スイッチング素子のゲートが前記ゲート線に接続され、前記スイッチング素子のドレインが前記信号線に接続されたスイッチング素子群が前記各第1及び第2の画素電極を同期して駆動する液晶表示装置であって、

前記第1の対向電極群および前記第2の対向電極群は、前記ゲート線の方角に沿って配列された画素群毎にパターンニングされていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項12】少なくとも2層の積層された液晶層と、
前記2層の液晶層の一方の液晶層の一方の主面に設けられた第1の画素電極群と、

前記一方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第1の画素電極群との間で電位差を形成する第1の対向電極と、

前記積層された他方の液晶層の一方の主面に設けられた第2の画素電極群と、

前記他方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第2の画素電極群との間で電位差を形成する第2の対向電極と、を備え、

互いに交差する複数のゲート線及び信号線を有し、前記ゲート線と前記信号線との各交点に設けられたスイッチング素子を有し、前記スイッチング素子のソースが前記各第1の画素電極に接続され、前記スイッチング素子のゲートが前記ゲート線に接続され、前記スイッチング素子のドレインが前記信号線に接続されたスイッチング素子群が前記各第1及び第2の画素電極を同期して駆動す

る液晶表示装置であって、

前記ゲート線に印加する電圧の変化に同期して、前記第1及び第2の対向電極間に高レベルと低レベルの電圧を交互に連続的に印加し、前記一方の液晶層のON/OFF状態と前記他方の液晶層のON/OFF状態とを反転させて表示することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項13】前記積層された複数の液晶層のうち少なくとも1層の液晶層に、印加電圧の変化に応じて入射光に対する反射率が変化する反射型表示モードを用いたことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項14】少なくとも2層の液晶層と、各液晶層毎に対応して設けられた画素電極群と、各液晶層毎に画素電極群に対向して設けられ、前記画素電極群との間で電位差を形成する複数の対向電極と、を有する液晶積層体を複数備え、各液晶積層体毎に反射または吸収波長が異なる反射型液晶表示装置において、前記各液晶積層体毎の積層方向に重なる複数の画素電極を同期して駆動する複数のスイッチング素子を備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項15】第1の基板と、第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板の間に設けられた第1の中間基板と、前記第1の中間基板と前記第2の基板の間に設けられた第2の中間基板と、前記第1の基板と前記第1の中間基板の間に設けられた第1の中間層と、前記第1の基板と前記第1の中間層との間に配置された第1の液晶層と前記第1の中間基板と前記第1の中間層との間に配置された第2の液晶層とで第1の色成分を反射または吸収する第1液晶部と、前記第1の中間基板と前記第2の中間基板の間に設けられた第2の中間層と、前記第1の中間基板と前記第2の中間層との間に配置された第3の液晶層と前記第2の中間基板と前記第2の中間層との間に配置された第4の液晶層とで前記第1の色成分とは異なる第2の色成分を反射または吸収する第2液晶部と、前記第2の中間基板と前記第2の基板の間に設けられた第3の中間層と、前記第2の中間基板と前記第3の中間層との間に配置された第5の液晶層と前記第2の基板と前記第3の中間層との間に配置された第6の液晶層とで前記第1及び第2の色成分とは異なる第3の色成分を反射または吸収する第3液晶部とを有し、前記第1の基板が前記第1の液晶層側に、第1の液晶層と第2の液晶層を駆動するための第1のスイッチング素子群と、第3の液晶層と第4の液晶層を駆動するための第2のスイッチング素子群と、第5の液晶層と第6の液晶層を駆動するための第3のスイッチング素子群とを有し、前記第1の基板が前記第1の液晶層側にマトリクス状に配置され、第1のスイッチング素子群のソースに各々接続された第1の画素電極群を有し、前記第1の中間基板が前記第2の液晶層側にマトリクス状に配置された第2の画素電極

群を有し、前記第1の中間層が前記第1の液晶層側の第1の対向電極と前記第2の液晶層側の第2の対向電極とを有し、前記第1の画素電極群と前記第2の画素電極群とが電気的に接続され、前記第1の中間基板が前記第3の液晶層側にマトリクス状に配置され、第2のスイッチング素子群のソースに各々接続された第3の画素電極群を有し、前記第2の中間基板が前記第4の液晶層側にマトリクス状に配置された第4の画素電極群を有し、前記第2の中間層が前記第3の液晶層側の第3の対向電極と前記第4の液晶層側の第4の対向電極とを有し、前記第3の画素電極群と前記第4の画素電極群とが電気的に接続され、前記第2の中間基板が前記第5の液晶層側にマトリクス状に配置され、第3のスイッチング素子群のソースに各々接続された第5の画素電極群を有し、前記第2の基板が前記第2の液晶層側にマトリクス状に配置された第6の画素電極群を有し、前記第3の中間層が前記第5の液晶層側の第5の対向電極と前記第6の液晶層側の第6の対向電極とを有し、前記第5の画素電極群と前記第6の画素電極群とが電気的に接続されていることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、液晶表示装置に係り、特にスイッチング素子を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置及びこの液晶表示装置の製造方法並びにこの液晶表示装置の駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、移動通信技術の進歩により、液晶表示素子の携帯端末としての展開が期待されている。携帯端末として用いるためには電池容量の要求から大幅な低消費電力化を図ることが必須である。現在主流となっている透過型液晶表示素子においてはその消費電力の約60[%]を光源であるバックライト部分が占めている。大幅な低消費電力化を図るためには外部光源を利用する反射型の表示方式が有利である。

【0003】反射型方式において見やすいディスプレイを実現するためには、白レベルの反射率として新聞紙などの50[%]以上を確保することが必要である。反射型方式は、偏光板を用いる方式と偏光板を用いない方式に大別される。偏光板を用いる方式においては、外部光のうち偏光板を透過する光しか利用できないため、白レベルにおける反射率は原理的に50[%]に制限され、実際には、最適なものでも30[%]程度である。偏光板を用いない方式としては、(1)二色性色素の配向を液晶で制御する方式、(2)高分子/液晶ドロブレット界面での光散乱を利用する方式、(3)コレステリック液晶材料がその捻れピッチと屈折率異方性に応じて特定の波長領域の光を反射することを利用する方式などがある。(1)の方式は、主に二色性色素の性能により最適なものでも40[%]程度の反射率にとどまっている。(2)の方式は、最

適なもので20%程度の反射率にとどまっている。

(3)の方式では、コレステリック液晶の捻れ方向に応じて右円偏光と左円偏光のいずれか一方のみを反射するため、その反射率は、原理的に50%に制限され、実際には最適なもので40%程度となっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の反射型液晶表示装置においては、十分な白レベル反射率、例えば50%以上の反射率を確保することが困難であり、高反射率の反射型液晶表示装置の実現が要求されている。

【0005】そこで、液晶を2層構造にすることにより、従来の1層構造では無駄になっていた光を2層目において有効利用する方法が提案されている。特に、コレステリック選択反射方式(CT)において、右円偏光を反射する層(R)と左円偏光を反射する層(L)の積層構造(RL2層構造CTセル)が反射率向上に有効と考え、図34に示したような構造の2層構造セルが提案されている。このRL2層構造CTセルにおいて、正常表示部においては反射率80%という十分な値が実現できたものの、以下に示すような問題が発生した。すなわち、駆動初期からON状態のままとなる画素欠陥、さらに初期駆動においては正常にON/OFFが行われていた画素においても、一度ON状態とした画像パターン領域において、その後OFF状態となる電圧を印加してもON状態のまま戻らない、いわゆる「焼き付き」不良が発生した。

【0006】種々検討の結果、上述した画素欠陥については、中間層電極がフローティングのために、セル製造プロセスにおいて静電気によって発生した電荷が、液晶注入後も中間層電極に残るために生じることが分かった。また「焼き付き」不良は、液晶内のイオン性不純物がフローティングとなっている中間層電極/液晶界面近傍に駆動中に蓄積されるために生じることが分かった。さらに、種々の液晶材料を用いて図34の2層構造セルを駆動した結果、前述のような2つの表示不良は、コレステリック選択反射方式に限った問題ではなく、種々の液晶材料に対して中間層フローティング構造に共通に発生する問題であることが分かった。

【0007】この発明の目的は、高反射率が得られるとともに、高表示品位の液晶表示装置、及びこの液晶表示装置の駆動方法、並びにこの液晶表示装置の製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、請求項1に記載の発明によれば、少なくとも2層の積層された液晶層を有する液晶表示装置において、前記積層された一方の液晶層の一方の主面に設けられた第1の画素電極と、前記一方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第1の画素電極との間で電位差を形成する

第1の対向電極と、前記積層された他方の液晶層の一方の主面に設けられた第2の画素電極と、前記他方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第2の画素電極との間で電位差を形成する第2の対向電極と、前記第1及び第2の画素電極を同期して駆動するスイッチング素子と、を備えたことを特徴とする液晶表示装置を提供するものである。

【0009】請求項2に記載の発明によれば、マトリクス状に形成された第1の画素電極群と、前記第1の画素電極群を駆動するスイッチング素子群とを有する第1の基板と、マトリクス状に形成された第2の画素電極群を有する第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に設けられ、両面に第1の対向電極と第2の対向電極とを有する中間層と、前記第1の基板と前記中間層との間に配置された第1の液晶層と、前記第2の基板と前記中間層との間に配置された第2の液晶層と、を備えた液晶表示装置であって、前記第1の画素電極群と前記第1の対向電極とが対向配置され、前記第2の画素電極群と前記第2の対向電極とが対向配置され、前記第1の画素電極群と前記第2の画素電極群とが1:1に電気的に接続されていることを特徴とする液晶表示装置が提供される。

【0010】請求項1及び2に記載の液晶表示装置は、共通の画素電極電位で2層の液晶層を同時駆動する液晶表示装置である。また、この液晶表示装置は、第1及び第2の画素電極にそれぞれ対向する第1及び第2の対向電極を有している。この第1及び第2の対向電極は、第1及び第2の画素電極に対して電気的に絶縁されているとともに、それぞれ独立に電位を設定することができる。この第1及び第2の画素電極と、第1及び第2の対向電極との間の電位差により液晶が駆動される。このように、2層の液晶層を1つの駆動系または1つのスイッチング素子で同時に駆動できるため、コストの削減を図ることができる。また、このスイッチング素子を一方の基板上に設けることにより、他方の基板に配線等が不要となり、高開口率化を図ることができる。

【0011】また、この液晶表示装置は、2層の積層された液晶層により所定の成分の光を反射するため、反射効率が向上でき、高品位の表示が可能となる。

【0012】請求項3に記載の発明によれば、マトリクス状に形成された第1の画素電極群と、前記第1の画素電極群を駆動するスイッチング素子群とを有する第1の基板と、マトリクス状に形成された第2の画素電極群を有する中間基板と、前記中間基板に対向配置された第2の基板と、前記第1の基板と前記中間基板との間に設けられ、両面に第1の対向電極と第2の対向電極とを有する中間層と、前記第1の基板と前記中間層との間に配置された第1の液晶層と、前記中間基板と前記中間層との間に配置された第2の液晶層と、前記中間基板と前記第2の基板との間に配置された第3の液晶層と、を備えた

液晶表示装置であって、前記第1の画素電極群と前記第1の対向電極とが対向配置され、前記第2の画素電極群と前記第2の対向電極とが対向配置され、前記第1の画素電極群と前記第2の画素電極群とが1:1に電気的に接続されていることを特徴とする液晶表示装置。

【0013】請求項3に記載の液晶表示装置は、請求項1に記載の2層構造の液晶表示装置に、さらに第3の液晶層を追加した構造となっている。この第3の液晶層は、第1及び第2の液晶層に対して独立に設けられている。この第3の液晶層は、第1または第2の液晶層と同様に機能しても良いし、視角改善層、反射率改善層、または色補正層として機能させることも可能である。

【0014】請求項4に記載の発明によれば、請求項2または3に記載の液晶表示装置であって、前記中間層は、前記第1および第2の対向電極に対して電気的に絶縁された中間層導通部を有し、前記第1の画素電極群と前記中間層導通部との間に配置された第1の導電性部材、及び前記中間層導通部と前記第2の画素電極群との間に配置された第2の導電性部材を介して前記第1の画素電極と前記第2の画素電極群とが1:1に電気的に接続されていることを特徴とする液晶表示装置が提供される。

【0015】請求項4に記載の液晶表示装置は、第1及び第2の画素電極とスイッチング素子とを接続する部材として導電性部材を有している。この導電性部材は、第1及び第2の対向電極に対して電気的に絶縁されている。この導電性部材により、第1及び第2の画素電極とスイッチング素子とが電気的に接続されているため、第1の画素電極と第2の画素電極とを接続する配線が不要となるとともに、少なくとも一方の基板にのみスイッチング素子及び配線を設けるだけで、第1及び第2の画素電極を同時に駆動できる。したがって、開口率を向上することができる。請求項5に記載の発明によれば、請求項4に記載の液晶表示装置であって、前記第1及び第2の導電性部材は、それぞれ前記第1及び第2の液晶層のギャップを維持するためのスペーサとしての機能を兼ねることを特徴とする液晶表示装置が提供される。

【0016】請求項6に記載の発明によれば、第1の基板の一方の面に第1の画素電極群、及び前記第1の画素電極群を駆動するスイッチング素子群を形成する工程と、第2の基板の一方の面に第2の画素電極群を形成する工程と、第3の基板の両面に画素電極群に1:1に対応して電気的絶縁部群を有する両面対称の第1及び第2の対向電極を形成する工程と、前記第3の基板の前記電気的絶縁部群にスルーホール群を形成する工程と、前記第1の基板上に前記第1の画素電極群に1:1に電気的に接続された第1の導電性スペーサ群を形成する工程と、前記第1の基板上に液晶セル形成用のシールパターンを塗布する第1のシール剤塗布工程と、前記第1の導電性スペーサ群が前記スルーホール群に1:1に対応する

るように前記第1の基板と前記第3の基板とを組み立てる第1の組立工程と、前記第3の基板のスルーホール群上に前記第1の導電性スペーサ群に1:1に電気的に接続された第2の導電性スペーサ群を形成する工程と、前記第2の基板上に液晶セル形成用のシールパターンを塗布する第2のシール剤塗布工程と、前記第2の画素電極群が前記第2の導電性スペーサ群に1:1に電気的に接続するように、前記第2の基板と前記第3の基板とを組み立てる第2の組立工程と、前記第1の基板と前記第3の基板との間に液晶を注入した後、注入後を封止する第1の注入工程と、前記第2の基板と前記第3の基板との間に液晶を注入した後、注入口を封止する第2の注入工程と、を具備することを特徴とする液晶表示装置の製造方法が提供される。

【0017】請求項7に記載の発明によれば、第1の基板の一方の面に第1の画素電極群、及び前記第1の画素電極群を駆動するスイッチング素子群を形成する工程と、第2の基板の一方の面に第2の画素電極群を形成する工程と、第3の基板の両面に画素電極群に1:1に対応して電気的絶縁部群を有する両面対称の第1及び第2の対向電極を形成する工程と、前記第3の基板の前記電気的絶縁部群にスルーホール群を形成する工程と、前記第2の基板上に前記第2の画素電極群に1:1に電気的に接続された第1の導電性スペーサ群を形成する工程と、前記第2の基板上に液晶セル形成用のシールパターンを塗布する第1のシール剤塗布工程と、前記第1の導電性スペーサ群が前記スルーホール群に1:1に対応するように前記第2の基板と前記第3の基板とを組み立てる第1の組立工程と、前記第3の基板のスルーホール上に前記第1の導電性スペーサ群に1:1に電気的に接続された第2の導電性スペーサを形成する工程と、前記第1の基板上に液晶セル形成用のシールパターンを塗布する第2のシール剤塗布工程と、前記第1の画素電極群が前記第2の導電性スペーサ群に1:1に電気的に接続するように、前記第1の基板と前記第3の基板とを組み立てる第2の組立工程と、前記第1の基板と前記第3の基板との間に液晶を注入した後、注入後を封止する第1の注入工程と、前記第2の基板と前記第3の基板との間に液晶を注入した後、注入口を封止する第2の注入工程と、を具備することを特徴とする液晶表示装置の製造方法が提供される。

【0018】請求項6及び7に記載の液晶表示装置の製造方法によれば、請求項5に記載したような特徴を有する液晶表示装置を提供することができる。

【0019】請求項8に記載の発明によれば、少なくとも2層の積層された液晶層と、前記2層の液晶層の一方の液晶層の一方の主面に設けられた第1の画素電極群と、前記一方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第1の画素電極群との間で電位差を形成する第1の対向電極と、前記積層された他方の液晶層の一方の主面に設け

られた第2の画素電極群と、前記他方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第2の画素電極群との間で電位差を形成する第2の対向電極と、を備え、互いに交差する複数のゲート線及び信号線を有し、前記ゲート線と前記信号線との各交点に設けられたスイッチング素子を有し、前記スイッチング素子のソースが前記各第1の画素電極に接続され、前記スイッチング素子のゲートが前記ゲート線に接続され、前記スイッチング素子のドレインが前記信号線に接続されたスイッチング素子群が前記各第1及び第2の画素電極を同期して駆動する液晶表示装置であって、前記ゲート線に印加するゲートパルスに同期して前記信号線に高レベルと低レベルの信号電圧を交互に連続的に印加して前記積層された一方の液晶層と他方の液晶層とを同時に交流駆動するとともに、前記信号電圧の中央電位と前記第1の対向電極との電位関係、および前記信号電圧の中央電位と前記第2の対向電極との電位関係を設定して、前記2層の液晶層に印加される交流電圧を表示状態で正負対称にすることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法が提供される。

【0020】請求項9に記載の発明によれば、請求項8に記載の液晶表示装置の駆動方法であって、前記第1の対向電極の電位、前記第2の対向電極の電位、及び前記信号電圧の中央電位のうち、2つの電位を独立に設定することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法が提供される。

【0021】請求項10に記載の発明によれば、請求項9に記載の液晶表示装置の駆動方法であって、前記第1の対向電極の電位と前記第2の対向電極の電位とを同電位にすることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法が提供される。

【0022】請求項8乃至10に記載の液晶表示装置の駆動方法によれば、フリッカ、焼き付きなどの表示不良を改善することができる。

【0023】請求項11に記載の発明によれば、少なくとも2層の積層された液晶層と、前記2層の液晶層の一方の液晶層の一方の主面に設けられた第1の画素電極群と、前記一方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第1の画素電極群との間で電位差を形成する第1の対向電極群と、前記積層された他方の液晶層の一方の主面に設けられた第2の画素電極群と、前記他方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第2の画素電極群との間で電位差を形成する第2の対向電極群と、を備え、互いに交差する複数のゲート線及び信号線を有し、前記ゲート線と前記信号線との各交点に設けられたスイッチング素子を有し、前記スイッチング素子のソースが前記各第1の画素電極に接続され、前記スイッチング素子のゲートが前記ゲート線に接続され、前記スイッチング素子のドレインが前記信号線に接続されたスイッチング素子群が前記各第1及び第2の画素電極を同期して駆動する液晶表示装置であって、前記第1の対向電極群および前記第2の

対向電極群は、前記ゲート線の方向に沿って配列された画素群毎にパターンニングされていることを特徴とする液晶表示装置が提供される。

【0024】請求項11に記載の液晶表示装置によれば、所定の画素群毎に第1及び第2の対向電極の電位を設定することができる。

【0025】請求項12に記載の発明によれば、少なくとも2層の積層された液晶層と、前記2層の液晶層の一方の液晶層の一方の主面に設けられた第1の画素電極群と、前記一方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第1の画素電極群との間で電位差を形成する第1の対向電極と、前記積層された他方の液晶層の一方の主面に設けられた第2の画素電極群と、前記他方の液晶層の他方の主面に設けられ、前記第2の画素電極群との間で電位差を形成する第2の対向電極と、を備え、互いに交差する複数のゲート線及び信号線を有し、前記ゲート線と前記信号線との各交点に設けられたスイッチング素子を有し、前記スイッチング素子のソースが前記各第1の画素電極に接続され、前記スイッチング素子のゲートが前記ゲート線に接続され、前記スイッチング素子のドレインが前記信号線に接続されたスイッチング素子群が前記各第1及び第2の画素電極を同期して駆動する液晶表示装置であって、前記ゲート線に印加する電圧の変化に同期して、前記第1及び第2の対向電極間に高レベルと低レベルの電圧を交互に連続的に印加し、前記一方の液晶層のON/OFF状態と前記他方の液晶層のON/OFF状態とを反転させて表示することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法が提供される。

【0026】請求項12に記載の液晶表示装置の駆動方法は、一方の液晶層及び他方の液晶層の駆動状態、すなわちON/OFF状態を反転させて駆動することが可能となる。

【0027】請求項13に記載の発明によれば、請求項1乃至3に記載の液晶表示装置であって、前記積層された複数の液晶層のうち少なくとも1層の液晶層に、印加電圧の変化に応じて入射光に対する反射率が変化する反射型表示モードを用いたことを特徴とする液晶表示装置が提供される。

【0028】請求項13に記載の液晶表示装置は、反射型表示モードを適用しているため、バックライトを必要とせず、低消費電力化を実現できる。

【0029】請求項14に記載の発明によれば、少なくとも2層の液晶層と、各液晶層毎に対応して設けられた画素電極群と、各液晶層毎に画素電極群に対向して設けられ、前記画素電極群との間で電位差を形成する複数の対向電極と、を有する液晶積層体を複数備え、各液晶積層体毎に反射または吸収波長が異なる反射型液晶表示装置において、前記各液晶積層体毎の積層方向に重なる複数の画素電極を同期して駆動する複数のスイッチング素子を備えたことを特徴とする液晶表示装置が提供され

る。

【0030】請求項15に記載の発明によれば、第1の基板と、第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板の間に設けられた第1の中間基板と、前記第1の中間基板と前記第2の基板の間に設けられた第2の中間基板と、前記第1の基板と前記第1の中間基板の間に設けられた第1の中間層と、前記第1の基板と前記第1の中間層との間に配置された第1の液晶層と前記第1の中間基板と前記第1の中間層との間に配置された第2の液晶層とで第1の色成分を反射または吸収する第1液晶部と、前記第1の中間基板と前記第2の中間基板の間に設けられた第2の中間層と、前記第1の中間基板と前記第2の中間層との間に配置された第3の液晶層と前記第2の中間基板と前記第2の中間層との間に配置された第4の液晶層とで前記第1の色成分とは異なる第2の色成分を反射または吸収する第2液晶部と、前記第2の中間基板と前記第2の基板の間に設けられた第3の中間層と、前記第2の中間基板と前記第3の中間層との間に配置された第5の液晶層と前記第2の基板と前記第3の中間層との間に配置された第6の液晶層とで前記第1及び第2の色成分とは異なる第3の色成分を反射または吸収する第3液晶部とを有し、前記第1の基板が前記第1の液晶層側に、第1の液晶層と第2の液晶層を駆動するための第1のスイッチング素子群と、第3の液晶層と第4の液晶層を駆動するための第2のスイッチング素子群と、第5の液晶層と第6の液晶層を駆動するための第3のスイッチング素子群とを有し、前記第1の基板が前記第1の液晶層側にマトリクス状に配置され、第1のスイッチング素子群のソースに各々接続された第1の画素電極群を有し、前記第1の中間基板が前記第2の液晶層側にマトリクス状に配置された第2の画素電極群を有し、前記第1の中間層が前記第1の液晶層側の第1の対向電極と前記第2の液晶層側の第2の対向電極とを有し、前記第1の画素電極群と前記第2の画素電極群とが電気的に接続され、前記第1の中間基板が前記第3の液晶層側にマトリクス状に配置され、第2のスイッチング素子群のソースに各々接続された第3の画素電極群を有し、前記第2の中間基板が前記第4の液晶層側にマトリクス状に配置された第4の画素電極群を有し、前記第2の中間層が前記第3の液晶層側の第3の対向電極と前記第4の液晶層側の第4の対向電極とを有し、前記第3の画素電極群と前記第4の画素電極群とが電気的に接続され、前記第2の中間基板が前記第5の液晶層側にマトリクス状に配置され、第3のスイッチング素子群のソースに各々接続された第5の画素電極群を有し、前記第2の基板が前記第2の液晶層側にマトリクス状に配置された第6の画素電極群を有し、前記第3の中間層が前記第5の液晶層側の第5の対向電極と前記第6の液晶層側の第6の対向電極とを有し、前記第5の画素電極群と前記第6の画素電極群とが電気的に接続されていることを特徴とする液晶表示

装置。

【0031】請求項14乃至15に記載の液晶表示装置は、異なる色成分の光を反射する複数の層を有している。反射する色の組み合わせにより、カラー表示を可能とするものである。例えば、透過-反射モードの場合には、反射する色をそれぞれ赤、緑、青とすることにより、フルカラー表示が可能となる。また、反射-吸収モードの場合には、吸収する色をそれぞれシアン、マゼンタ、イエローとすることにより、フルカラー表示を可能とするものである。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の第1の実施の形態に係る液晶表示装置について説明する。

【0033】図1乃至図5は、それぞれこの発明の第1の実施の形態に係る液晶表示装置の構造の一例を概略的に示す断面図である。

【0034】図1に示した液晶表示装置は、1画素毎に基板10上に形成されたスイッチング素子として機能するTFT12、及び補助容量(Cs)用電極14を有している。Cs用電極14の上には、絶縁層15を介して画素毎にマトリクス状に形成された画素電極16が設けられている。TFT12のゲート電極は、図示しないゲート線に接続され、ドレイン電極は、図示しない信号線に接続され、ソース電極は、画素電極16に接続されている。

【0035】また、液晶表示装置は、基板10に対向配置された基板20を有している。この基板20は、1画素毎にマトリクス状に形成された画素電極22を有している。

【0036】さらに、基板10と基板20との間に配置された中間層基板30は、その両面に対向電極、すなわちコモン電極32、34を有している。このコモン電極32、34は、それぞれ画素電極16、22に対向するように配置されている。また、中間層基板30は、コモン電極32、34とは電気的に絶縁されているとともに、導電性部材によって形成された導通部36を有している。コモン電極32、34は、それぞれ図示しないコモンドライバに接続されている。

【0037】そして、TFT12のソース電極と、中間層基板30の導通部36とを電気的に接続するとともに、基板10と中間層基板30との間に所定の幅の間隙を形成する導電性スペーサ42が設けられている。また、中間層基板30の導通部36と画素電極22とを電気的に接続するとともに、基板10と中間層基板30との間に所定の幅の間隙を形成する導電性スペーサ44が設けられている。この導電性スペーサは、非開口部に位置するTFT12上に位置している。したがって、TFT12のソース電極と画素電極22とが電気的に接続され、画素電極16と画素電極22とが電気的に同電位に

維持される。すなわち、1個のTFTにより2個の画素電極を同時に駆動することができる。これにより、基板10と中間層基板30との間に設けられる第1の液晶層46、及び基板20と中間層基板30との間に設けられる第2の液晶層48は、同電位で駆動される画素電極16、22とコモン電極32、34との間の形成される電位差により、それぞれ駆動される。

【0038】図2に示した液晶表示装置は、図1に示した液晶表示装置と同様に、TFT12、Cs用電極14、絶縁層15、及び画素電極16を有する基板10と、画素電極22を有する基板20と、コモン電極32、34、及び導通部36を有する中間層基板30とを備えている。また、この液晶表示装置は、基板10と中間層基板30との間に設けられた第1の液晶層46、及び基板20と中間層基板30との間に設けられた第2の液晶層48を備えている。

【0039】導電性スペーサ42は、基板10に設けられた画素電極16上に設けられ、導通部36と画素電極16とを電気的に接続する。導電性スペーサ44は、基板20に設けられた画素電極22上に設けられ、導通部36と画素電極22とを電気的に接続する。したがって、TFT12のソース電極と画素電極22とが電気的に接続され、画素電極16と画素電極22とが電気的に同電位に維持される。すなわち、1個のTFTにより2個の画素電極を同時に駆動することができる。

【0040】図1及び図2に示した液晶表示装置においては、導電性スペーサは、非開口部に位置するTFT上、またはCs上に設けられているため、導電性スペーサによる開口率の低下を防止している。

【0041】図3に示した液晶表示装置は、図1に示した液晶表示装置と同様に、TFT12、Cs用電極14、及び画素電極16を有する基板10と、画素電極22を有する基板20と、コモン電極32、34、及び導通部36を有する中間層基板30とを備えている。また、この液晶表示装置は、基板10と中間層基板30との間に設けられた第1の液晶層46、及び基板20と中間層基板30との間に設けられた第2の液晶層48を備えている。

【0042】基板10に設けられたCs用電極14は、ITO等の透明な導電性部材によって形成されている。このCs用電極14と基板10との間には、抵抗低下用の金属電極17が設けられている。また、TFT12、及びCs用電極14と画素電極16との間には、絶縁性のバシペーション膜18が設けられている。そして、TFT12のソース電極と画素電極16とを電気的に接続するために、導電性部材によって形成されたコンタクト部19が設けられている。

【0043】導電性スペーサ42は、基板10に設けられた画素電極16上に設けられ、導通部36と画素電極16とを電気的に接続する。導電性スペーサ44は、基

板20に設けられた画素電極22上に設けられ、導通部36と画素電極22とを電気的に接続する。したがって、TFT12のソース電極と画素電極22とが電気的に接続され、画素電極16と画素電極22とが電気的に同電位に維持される。すなわち、1個のTFTにより2個の画素電極を同時に駆動することができる。

【0044】図4に示した液晶表示装置は、TFT12、及び画素電極16を有する基板10と、画素電極22、Cs用電極24、及び画素電極22とCs用電極24との間に設けられた絶縁層25を有する基板20と、コモン電極32、34、及び導通部36を有する中間層基板30とを備えている。また、この液晶表示装置は、基板10と中間層基板30との間に設けられた第1の液晶層46、及び基板20と中間層基板30との間に設けられた第2の液晶層48を備えている。

【0045】導電性スペーサ42は、基板10に設けられたTFT12のソース電極上に設けられ、導通部36とTFT12とを電気的に接続する。導電性スペーサ44は、基板20に設けられた画素電極22上に設けられ、導通部36と画素電極22とを電気的に接続する。したがって、TFT12のソース電極と画素電極22とが電気的に接続され、画素電極16と画素電極22とが電気的に同電位に維持される。すなわち、1個のTFTにより2個の画素電極を同時に駆動することができる。

【0046】図3及び図4に示した液晶表示装置においては、Cs用電極を透明なITOによって形成することにより、開口率をかせいでいる。

【0047】図5に示した液晶表示装置は、TFT12、第1のCs用電極14、絶縁層15、及び画素電極16を有する基板10と、画素電極22、第2のCs用電極24、及び絶縁層25を有する基板20と、コモン電極32、34、及び導通部36を有する中間層基板30とを備えている。また、この液晶表示装置は、基板10と中間層基板30との間に設けられた第1の液晶層46、及び基板20と中間層基板30との間に設けられた第2の液晶層48を備えている。

【0048】導電性スペーサ42は、基板10に設けられたTFT12のソース電極上に設けられ、導通部36とTFT12とを電気的に接続する。導電性スペーサ44は、基板20に設けられた画素電極22上に設けられ、導通部36と画素電極22とを電気的に接続する。したがって、TFT12のソース電極と画素電極22とが電気的に接続され、画素電極16と画素電極22とが電気的に同電位に維持される。すなわち、1個のTFTにより2個の画素電極を同時に駆動することができる。

【0049】図5に示した液晶表示装置においては、画素電極16及び画素電極22のそれぞれに対応するCsを2つ有する構造であり、この2つのCsの電位をそれぞれ独立に設定可能な構造としている。

【0050】図13は、図1乃至図5に示した液晶表示

装置に適用される中間層基板の概略的な構造を示す斜視図、及びこの中間層基板の一部を拡大した拡大図である。図1乃至図5に示した中間層基板30の断面は、図13のA-A線で切断した断面に対応している。コモン電極32、34は、導通部36の周囲を除いて中間層基板30の両面に形成され、導通部36に対して電氣的に絶縁されている。

【0051】図15の(a)及び(b)には、上述した2層構造の液晶表示装置の等価回路が示されている。図15の(a)は、図1乃至図4に示したように、2層の液晶層が共通のCsを有する液晶表示装置の等価回路であり、図15の(b)は、図5に示したように、2層の液晶層がそれぞれ並列に2個のCsを有する液晶表示装置の等価回路を示している。

【0052】図15の(a)に示すように、画素電極16、22は、TFT12のソース電極に接続され、同レベルの電位が提供される。また、コモン電極32、34には、それぞれ独立に設定可能なコモン電圧COM(1)、及びCOM(2)がコモンドライバから提供される。また、Cs14には、2層共通なコモン電圧COMがコモンドライバから提供される。

【0053】図15の(b)に示すように、画素電極16、22は、TFT12のソース電極に接続され、同レベルの電位が提供される。また、コモン電極32、34には、それぞれ独立に設定可能なコモン電圧COM(1)、及びCOM(2)がコモンドライバから提供される。また、第1のCs14は、液晶層46に並列に形成され、また、第2のCsは、液晶層48に並列に形成される。

【0054】Csの対向電極として機能するCs線は、図17に示すように、ゲート線と独立に成膜することにより、形成する場合と、図18の(a)に示すように、隣接するゲート線がCs線を兼ねる場合とがある。図17に示したような場合、その等価回路は、図15の(a)のようになり、図18の(a)に示したような場合には、その等価回路は図18の(b)に示すようになる。

【0055】なお、この補助容量は、必ずしも必要なものではなく、Csレス構造の液晶表示装置を構成することも可能である。

【0056】次に、この発明の第1の実施の形態に係る液晶表示装置の実施例1について説明する。

【0057】(実施例1)図6には、この発明に用いる液晶表示方式としてコレステリック選択反射方式を適用した液晶表示装置の概略的な断面図が示されている。

【0058】基板10は、TFT12と、Cs用電極14と、画素電極16と、画素電極16とTFT12及びCs用電極14との間に介在され、画素電極16側から入射した光を基板10の裏面側に透過することなく吸収するための光吸収層11と、画素電極16とTFT12

のソース電極とを電氣的に接続するコンタクト部19とを有している。基板20は、画素電極22を有している。中間層基板30は、図13に示したような構造であり、コモン電極32、34と、導通部36とを有している。

【0059】画素電極16と導通部36との間には、導電性スペーサ42が設けられ、さらに、画素電極22と導通部36との間に導電性スペーサ44が設けられている。したがって、TFT12は、画素電極16及び画素電極22に電氣的に接続され、同時に駆動することができる。

【0060】画素電極16とコモン電極32との間には、第1の液晶層46が設けられている。画素電極22とコモン電極34との間には、第2の液晶層48が設けられている。この第1の液晶層46、及び第2の液晶層48のそれぞれに充填される液晶材料は、右周りの円偏光の光のみを反射するコレステリック液晶、及び左周りの円偏光の光のみを反射するコレステリック液晶である。

【0061】次に、この液晶表示装置の製造方法について説明する。

【0062】まず、以下に図13に示したような中間基板の製造方法について図22及び図23を参照して説明する。

【0063】厚さ30 μ mの高誘電率ガラス基板30の両面に、ITO(32、34)を厚さ150nmスパッタリングにより全面成膜する。

【0064】続いて、このITO(32、34)上にスピナーを用いてノボラック系ポジ型レジスト102、104を1.5 μ mの厚さで両面塗布する。

【0065】続いて、露光用マスク106を用い、ガラス基板30を100mJ/cm²のh線(413nm)で露光する。この露光用マスク106によりマスクされる位置の中央近傍は、後に導通部が形成される位置に対応している。

【0066】続いて、この露光されたガラス基板30を無機アルカリ現像液に浸すことにより、露光部のレジスト102、104を選択的に除去する。

【0067】続いて、このガラス基板30を王水に浸し、露光部、すなわちレジスト102、104が除去された部分のITOを選択的にエッチングする。

【0068】続いて、液晶配向の高アプレチルト化、導電性スペーサとの接着性向上のために、シランカップリング剤の蒸気にさらすことにより、ITOエッチング部を表面処理する。

【0069】続いて、図23に示すように、エキシマレーザを用いてITOエッチング部の中央近傍に直径10 μ mのスルーホール37を形成する。

【0070】続いて、ガラス基板30を剥離液に浸し、残った両面のレジスト102、104を除去する。

【0071】次に、図6に示した液晶表示装置の製造方

法について図36乃至図39を参照して説明する。

【0072】図36に示すように、まず、対向基板を形成する。すなわち、厚さ0.7mmのガラス基板20上にITOをスパッタし、そのITO上にポジ型のレジストを塗布し、画素パターンに対応して露光した後現像し、王水でエッチング処理し、レジストを剥離することにより、ITO画素電極22を形成する。続いて、この対向基板上に配向膜としてのポリイミドを70nmの厚さに印刷する。

【0073】続いて、この対向基板上に、導電性スペーサ用黒色レジストとしてのグラファイトを分散したアクリル系ポジレジスト110をスピンコーティングにより厚さ2.0 μ m塗布する。

【0074】続いて、露光用マスク112を用い、レジスト表面をi線(365nm)で100mJ/cm²露光する。

【0075】続いて、有機弱アルカリ現像液にこの対向基板を浸すことにより、潜像に対応する露光部の導電性スペーサ用黒色レジスト110を選択的に除去することにより、導電性スペーサ44を形成する。

【0076】続いて、図37に示すように、対向基板にシールドスペンサーを用い、UV硬化性シールド剤を塗布する。

【0077】続いて、対向基板と、図22及び図23で説明した中間層とを組み合わせる。この時、組み合わせられる中間層には、予め配向膜としてのポリイミドが70nmの厚さで印刷により形成され、ITOエッチング部およびスルーホール部にはシランカップリング剤処理によりポリイミドをはじくためポリイミドは印刷されていない。そして、組み合わせられた対向基板と中間層とが目合わせを行った後、基板に所定の温度、及び圧力を加えつつ(ホットプレス)シールド部にUV光(300乃至400nm)を3000mJ/cm²露光することにより導電性スペーサ44と中間層の基板30とを接合させつつ、シールド剤を仮硬化させる。

【0078】続いて、組み合わせた中間層の上にさきに用いた導電性スペーサ用黒色レジストを同様に塗布する。このとき、中間層のスルーホール部37は導電性スペーサ用黒色レジストで埋められ、導通部36を形成する。

【0079】続いて、図38に示すように、対向基板の裏面側よりi線(365nm)で100mJ/cm²全面露光する。このとき、はじめに形成した導電性スペーサ44がマスクとして機能し、導電性スペーサ44上を除く部分に選択的に潜像が形成される。

【0080】続いて、この露光された対向基板と中間層とを有機弱アルカリ現像液に浸すことにより、はじめに形成した導電性スペーサ44上の上の導電性スペーサ用レジストを選択的に残存させ、導電性スペーサ42を形成する。

【0081】続いて、ガラス基板10上にTFT12、Cs14、光吸収層11、画素電極16、及び配向膜を形成したTFT基板にシールドスペンサーを用い、UV硬化性シールド剤を塗布する。

【0082】続いて、図39に示すように、このTFT基板と、さきに組み立てた対向基板-中間層とを組み合わせ、目合わせを行った後、基板に所定の温度及び圧力を加えつつ(ホットプレス)シールド部にUV光(300乃至400nm)を3000mJ/cm²露光することにより、導電性スペーサ42とTFT基板側の画素電極16とを接合させつつ、シールド剤を仮硬化させる。

【0083】続いて、上述したような工程を経て形成された2層の空セルに圧力を加えつつ、クリーンオープン中で200℃で2時間ベークすることにより、シールド剤およびスペーサを完全に硬化させる。

【0084】続いて、TFT基板側の注入口からネマチック液晶材料E48(Merck社製)60部、カイラル剤C15(Merck社製)40部を混合した液晶材料46を真空注入し、注入口を封止する。

【0085】続いて、対向基板側の注入口からネマチック液晶材料E48(Merck社製)60部、カイラル剤C15(Merck社製)40部を混合した液晶材料48を真空注入し、注入口を封止する。

【0086】上述したような工程を経て、図6に示したような液晶表示装置を形成する。

【0087】なお、この液晶表示装置は、上述した工程では、対向基板側から組み立てたが、図40乃至図43に示したように、TFT基板側から組み立ててもよい。

【0088】すなわち、図40に示すように、ガラス基板10上にTFT12、Cs14、光吸収層11、画素電極16及び配向膜を形成してTFT基板を形成する。

【0089】続いて、このTFT基板上に、導電性スペーサ用黒色レジストとしてのグラファイトを分散したアクリル系ポジレジスト110をスピンコーティングにより厚さ2.0 μ m塗布する。

【0090】続いて、露光用マスク112を用い、レジスト表面をi線(365nm)で100mJ/cm²露光する。

【0091】続いて、有機弱アルカリ現像液にこのTFT基板を浸すことにより、潜像に対応する露光部の導電性スペーサ用黒色レジスト110を選択的に除去することにより、導電性スペーサ42を形成する。

【0092】続いて、図41に示すように、TFT基板にシールドスペンサーを用い、UV硬化性シールド剤を塗布する。

【0093】続いて、TFT基板と、図22及び図23で説明した中間層とを組み合わせる。この時、組み合わせられる中間層には、予め配向膜としてのポリイミドが70nmの厚さで印刷により形成され、ITOエッチング部およびスルーホール部にはシランカップリング剤処理

によりポリイミドをはじくためポリイミドは印刷されていない。そして、組み合わされたTFT基板と中間層とが目合わせを行った後、基板に所定の温度、及び圧力を加えつつ（ホットプレス）シール部にUV光（300乃至400nm）を3000mJ/cm²露光することにより導電性スペーサ42と中間層の基板30とを接着させつつ、シール剤を仮硬化させる。

【0094】続いて、組み合わせた中間層の上にさきに用いた導電性スペーサ用黒色レジスト110を同様に塗布する。このとき、中間層のスルーホール部37は導電性スペーサ用黒色レジストで埋められ、導通部36を形成する。

【0095】続いて、図42に示すように、導電性スペーサ用レジスト110をマスクを介してi線（365nm）で100mJ/cm²で露光する。

【0096】続いて、この露光されたTFT基板と中間層とを有機弱アルカリ現像液に浸すことにより、導電性スペーサ44を形成する。

【0097】続いて、対向基板にシールディスペンサーを用い、UV硬化性シール剤を塗布する。

【0098】続いて、図43に示すように、この対向基板と、さきに組み合わせたTFT基板-中間層とを組み合わせ、目合わせを行った後、基板に所定の温度及び圧力を加えつつ（ホットプレス）シール部にUV光（300乃至400nm）を3000mJ/cm²露光することにより、導電性スペーサ44と対向基板側の画素電極22とを接着させつつ、シール剤を仮硬化させる。

【0099】続いて、上述したような工程を経て形成された2層の空セルに圧力を加えつつ、クリーンオープン中で200℃で2時間ベークすることにより、シール剤およびスペーサを完全に硬化させる。

【0100】続いて、TFT基板側の注入口からネマチック液晶材料E48（Merck社製）60部、カイラル剤CB15（Merck社製）40部を混合した液晶材料46を真空注入し、注入口を封止する。

【0101】続いて、対向基板側の注入口からネマチック液晶材料E48（Merck社製）60部、カイラル剤C15（Merck社製）40部を混合した液晶材料48を真空注入し、注入口を封止する。

【0102】上述したような工程を経て、図6に示したような液晶表示装置を形成する。

【0103】上記のようにして作成した液晶表示装置は、画素電極16、22および中間層の両側の2つのコモン電極をショートした状態において緑色を呈した。この液晶表示装置の分光反射率を図29に示した光学配置で測定した。

【0104】すなわち、サンプルとしての液晶表示装置に対して垂線より8°傾いた方向よりコリメートされた平行光を入射させ、その入射光に対する正反射光をライトトラップにより除去し、拡散反射光を検出器により検

出した。このとき、反射率のピーク波長は550nm、C光源を仮定したときの視感度反射率Y=80%、色座標(x, y)=(0.31, 0.58)となった。

【0105】図25の(a)乃至(c)は、上述した液晶表示装置に電圧を印加した場合の反射率測定結果である。測定条件を以下に記す。

【0106】まず、中間層における2つのコモン電極、すなわち図15の(a)におけるCOM(1)およびCOM(2)、およびCsのコモン電極、すなわち図15におけるCOMをショートし、グランドに落とした。全ゲート線にDC+20Vの電圧を印加しつつ、全信号線に±22.5V、0.01Hzの三角波を印加した。この状態での図29の光学配置における分光反射率を測定し、C光源を仮定したときの視感度反射率Yを計算した。図25の(a)は、上述した中間層コモン2層構造セルの液晶表示装置の電極電位差-反射率曲線、(b)は、第1層目のみ液晶を注入した状態での電極電位差-反射率曲線、(c)は、第2層目のみ液晶を注入した状態での電極電位差-反射率曲線である。

【0107】図25の(a)乃至(c)ともに、反射率は電圧の極性に対して対称となっており、2層構造における反射率は、それを構成する各層の反射率の和で表されている。

【0108】また、図25の(a)乃至(c)ともにV_{th}は、±5.0V、V_{sat}は、±7.5Vであった。なお、V_{th}、V_{sat}は、以下のように定義されている。

【0109】

V_{th} : (反射率) = (最大値) × 0.9となる電圧

V_{sat} : (反射率) = (最小値) + [(最大値) - (最小値)] × 0.1となる電圧

図27の(a)乃至(c)は、この液晶表示装置をTFT駆動した場合に、フリッカミニマムとなる信号線の中央電位とコモン電位との電位差のシフト量を測定した結果である。測定条件を以下に記す。

【0110】フレーム周波数は、60Hz、ゲート線には0-20Vの矩形波、信号線には6±3.2Vの矩形波を印加した。

【0111】図27の(a)においては、中間層における2つのコモン電極、すなわち図15におけるCOM(1)およびCOM(2)、およびCsのコモン電極、すなわち図15におけるCOMをショートし、駆動初期においてフリッカミニマムとなるようコモン電位を調節した。その後、TFT駆動を続け、初期の60時間は15時間毎に、その後は100時間毎にフリッカミニマムとなるコモン電位を調節した。この最適コモン電位の初期値に対する変化量をプロットした。

【0112】図27の(b)においては、第1の液晶層のみ注入した状態で第1の液晶層のコモン電極、すなわち図15におけるCOM(1)と、Csのコモン電極、すなわち図15におけるCOMをショートし、駆動初期

においてフリッカミニマムとなるようCOM(1)を調節した。その後TFT駆動を続け、初期の60時間は15時間毎に、その後は100時間毎にフリッカミニマムとなるようCOM(1)を調節した。この最適なCOM(1)の初期のCOM(1)に対する変化量をプロットした。

【0113】図27の(c)においては、第2の液晶層のみ注入した状態で第2の液晶層のコモン電極、すなわち図15におけるCOM(2)と、Csのコモン電極、すなわち図15におけるCOMをショートし、駆動初期においてフリッカミニマムとなるようCOM(2)を調節した。その後TFT駆動を続け、初期の60時間は15時間毎に、その後は100時間毎にフリッカミニマムとなるようCOM(2)を調節した。この最適なCOM(2)の初期のCOM(2)に対する変化量をプロットした。

【0114】図27の(a)乃至(c)ともに、最適コモン電位のドリフトは0.5[V]以内におさえられている。また、駆動中に最適コモン電位合わせを行うことにより、問題となるフリッカを回避することができた。

【0115】次に、この発明の液晶表示装置に対する比較例について説明する。

【0116】(比較例1)図30乃至図32は、比較例1にかかわる反射型CT1層構造の液晶表示装置の断面図である。TFT基板としてはいずれの場合も画素上置き構造を基本としている。

【0117】図30においては、基板210上に形成されたTFT212、及びCs214と、画素電極216との間に光吸収層211を設けた構造を用いているもので、対向基板220が光入射側となる。TFT212のソース電極と画素電極216とは導電性部材219によりコンタクトされている。対向基板220は、コモン電極222を有している。画素電極216と、コモン電極222との間には、所定の間隙を維持するために絶縁性のスペーサ224が設けられ、また、この間隙に液晶層226が形成されている。

【0118】図31及び図32の構造においては、光吸収層は存在せず、セル外の光入射側の反対側に光吸収材を設置して使用するもので、光入射側はTFT基板側でも対向基板側でも構わない。図31の構造の液晶表示装置は、ITO216/パッシベーション218/ITO214でCsを形成したものである。図32に示した液晶表示装置は、TFT形成プロセスにおいてアモルファスシリコン(a-Si)をパターンニングするときに隣接するゲート線にも一部残して、その上で画素電極とのコンタクトをとることにより、Csオンゲート構造としたものである。TFT基板の構造を除いては図30乃至図32の構造は共通である。

【0119】以下に図30乃至図32のCT1層構造液晶表示装置の構造に共通する部分について述べる。対向

基板220上には全面に対向電極すなわちコモン電極222が形成されている。スペーサ224としては、絶縁性のものが用いられている。液晶層226としては、左巻きあるいは右巻きのCTを用いている。

【0120】図30乃至図32に示した液晶表示装置の製造方法は共通である。以下に図30乃至図32の反射型CT1層構造セルの製造方法について述べる。

【0121】まず、TFT基板上および対向基板上に配向膜としてのポリイミドを厚さ70nm印刷する。続いて、対向基板上にアクリル系ポジレジストを、スピンコーティングにより厚さ2.0μm塗布する。続いて、露光用マスクを用い、レジスト側よりi線(365nm)で100mJ/cm²露光した。続いて、有機弱アルカリ現像液に対向基板を浸すことにより、露光部のスペーサ用レジストを選択的に除去する。続いて、対向基板にシールドスパンサーを用い、UV硬化性シールド剤を塗布する。続いて、対向基板とTFT基板とを組み合わせ、目合わせを行った後、シールド部にUV光(300乃至400nm)を3000mJ/cm²露光することによりシールド剤を仮硬化させる。続いて、クリーンオープン中で空セルに圧力を加えながら、200℃で2時間ベークすることにより、シールド剤およびスペーサを完全に硬化させる。続いて、TFT基板側の注入口からネマチック液晶材料E48(Merck社製)60部、カイラル剤CB15(Merck社製)40部を混合した液晶材料を真空注入し、注入口を封止する。

【0122】上記のようにして作成した液晶表示装置は、画素電極およびコモン電極をショートした状態において緑色を呈した。図29の光学配置でその分光反射率を測定したところ、いずれのTFT基板を用いた場合でも(図30～図32)同様の挙動を示し、反射率のピーク波長は550nm、C光源を仮定したときの視感度反射率Y=40%、色座標(x, y)=(0.31, 0.58)となった。

【0123】比較例1の等価回路を図33に示す。

【0124】実施例1と同様にして測定した電極電位差-反射率の測定結果はいずれのTFT基板を用いた場合でも(図30～図32)同一の挙動を示し、図25の(b)及び(c)と同様になった。また、実施例1と同様にして測定したVcomドリフトについても、図27の(b)及び(c)と同様になった。

【0125】次に、比較例2について説明する。

【0126】(比較例2)図34は、第2の比較例にかかわる中間層フローティング反射型CT2層構造セルの断面図である。TFT基板10としては実施例1と同様であり、対向基板220には比較例1と同様に全面に対向電極すなわちコモン電極222が形成されている。スペーサ224a、224bとしては、比較例1と同様に絶縁性のものが用いられている。中間層230の両側には、画素電極16と同様のパターンでITOが成膜され

ており、中間層230での電圧降下を防止するために、スルーホールを通して両側のITOは導通している。2層の液晶層246、248としては左巻きのCTおよび右巻きのCTを用いている。

【0127】以下に図34の反射型CT2層構造セルの製造方法について述べる。

【0128】まず、中間層230の製造方法について述べる。

【0129】厚さ50 μ mのガラス基板の片面に、ITOを厚さ150nmスパッタリングにより全面成膜する。

【0130】続いて、エキシマレーザーを用い、直径25 μ mのスルーホールを1画素あたり1個形成する。

【0131】続いて、裏面にITOを厚さ150nmスパッタリングにより全面成膜する。このプロセスにより、スルーホール部はITOにより充填される。

【0132】続いて、ロールコーターを用いてノボラック系ポジ型レジストを厚さ1.5 μ mに両面にコートする。露光用マスクを用いて、h線(413nm)で100mJ/cm²露光する。

【0133】続いて、無機アルカリ現像液にさきの基板を浸すことにより、基板両面の露光部のレジストを選択的に除去する。

【0134】続いて、この基板を王水に浸し、露光部のITOを選択的にエッチングする。以上のプロセスを経ることにより、両面のITOを画素電極状にパターンニングし、中間層230にフローティング状態にある中間画素電極群232を形成する。

【0135】次に、TFT基板上に配向膜としてのポリイミドを厚さ70nm印刷した。

【0136】続いて、TFT基板上にアクリル系ポジレジストを、スピンコーティングにより厚さ2.0 μ m塗布する。

【0137】続いて、露光用マスクを用い、レジスト側よりi線(365nm)で100mJ/cm²露光する。

【0138】続いて、有機弱アルカリ現像液にTFT基板を浸すことにより、露光部のスペーサ用レジストを選択的に除去する。対向基板についても同様なプロセスにより配向膜およびスペーサを形成する。

【0139】続いて、TFT基板にシールディスベンサーを用い、UV硬化性シール剤を塗布する。

【0140】続いて、TFT基板と、配向膜としてのポリイミドを両面全面に70nm印刷した中間層とを組み合わせ、目合わせを行った後、基板に圧力を加えつつシール部にUV光(300乃至400nm)を3000mJ/cm²露光することによりシール剤を仮硬化させる。

【0141】続いて、対向基板上にシールディスベンサーを用い、UV硬化性シール剤を塗布する。

【0142】続いて、対向基板と、さきに組み立てたT

F基板-中間層とを組み合わせ、目合わせを行った後、基板に圧力を加えつつシール部にUV光(300乃至400nm)を3000mJ/cm²露光することによりシール剤を仮硬化させる。続いて、上述した工程を経た2層の空セルに圧力を加えつつ、クリーンオープン中で200℃で2時間ベークすることにより、シール剤およびスペーサを完全に硬化させる。

【0143】続いて、TFT基板側の注入口からネマチック液晶材料E48(Merck社製)60部、カイラル剤CB15(Merck社製)40部を混合した液晶材料を真空注入し、注入口を封止する。

【0144】続いて、対向基板側の注入口からネマチック液晶材料E48(Merck社製)60部、カイラル剤C15(Merck社製)40部を混合した液晶材料を真空注入し、注入口を封止する。

【0145】上記のようにして作成した液晶表示素子においては、正常表示部については緑色を呈したが、全画素の50%程度がON状態(黒)のままとなる表示不良が発生した。この表示不良は、画素電極およびコモン電極をショートした状態において、クリーンオープン中で100℃、1時間アニールすることにより、全画素の10%以下までに低減することができた。図29の光学配置で正常表示部に焦点を合わせ、その分光反射率を測定したところ、反射率のピーク波長は550nm、C光源を仮定したときの視感度反射率 $Y=78\%$ 、色座標 $(x, y) = (0.31, 0.58)$ となった。

【0146】図26の(a)は、比較例2の中間フローティング2層構造セルの電極電位差-反射率曲線の測定結果である。測定条件については、コモン電極が1つしかないことを除き実施例1と同様である。図25の(a)に示した結果と異なる点として、2層分の厚さに電圧が印加されるため、駆動電圧が倍になるだけでなく、反射率が電圧の極性に対して非対称となっている。左右対称となる電極電位差を V_{com} と定義すると、 V_{com} は+5.0Vである。

【0147】図26の(b)及び(c)は、2層構造における反射率が、それを構成する各層の反射率の和で表されたとの仮定のもとに、単層での反射率を図26の(b)及び(c)を基本に V_{com} がずれたと仮定してシミュレーションにより求めたものである。このように、各層で最適コモン電位がずれると仮定することにより、中間層フローティング2層構造の反射率を説明することができた。

【0148】図28の(a)は、比較例1の液晶表示装置をTFT駆動した場合に、フリッカミニマムとなる信号線の中央電位とコモン電位との電位差のシフト量を測定した結果である。測定条件については、コモン電極が1つしかないことを除いては実施例1と同様である。

【0149】図28の(a)においては、フリッカミニマムとなる電位に設定しても、なお問題となるフリッカ

は残留した。

【0150】図28の(a)のフリッカの測定結果(透過率の時間依存性のFFT変換)を、第1の液晶層と第2の液晶層からのフリッカの和として、シミュレーションにより求めたそれぞれの層の最適 ΔV_{com} の結果を図28の(b)及び(c)に示す。このように、各層で最適コモン電位がドリフトすると仮定することにより、中間層フローティング2層構造のフリッカを説明することができた。

【0151】以上、中間層フローティング2層構造においては、駆動初期より画素欠陥が発生し、初期からフリッカがあるばかりでなく、駆動中にフリッカが増大し、対向基板のコモン電位調整ではフリッカを問題ないレベルまで低減することができないことが分かった。

【0152】また、パターン表示をさせた場合には、駆動パターン状に残像、すなわち『焼き付き』が発生することが分かった。

【0153】次に、実施例1の液晶表示装置と、比較例1及び比較例2の液晶表示装置との性能を比較した。

【0154】図35は、この発明の実施例1、比較例1及び2の液晶表示装置をTFT駆動した際の性能比較表である。実施例1の中間層コモン型2層構造を採用することにより、1層構造なみの駆動電圧(±10V)で、フリッカ・焼き付き等の表示不良なく、コントラスト比も十分で、高い反射率(80%)の反射型液晶表示装置が実現できた。

【0155】次に、この発明の第1の実施の形態に係る液晶表示装置の実施例2について説明する。

【0156】(実施例2)図7は、この発明の実施例2にかかわるペーパーホワイト反射型CT2層構造の液晶表示装置の断面図である。液晶材料を除いては実施例1と同様である。

【0157】2層の液晶層としては左巻きおよび右巻きのCTを用いており、そのピッチが異なっている。ピッチが異なることは、ペーパーホワイト化に寄与している。右巻き及び左巻きのCTを積層して用いることは、2層の反射波長が重なる領域での反射率向上に寄与している。

【0158】以下に、図7に示した反射型CT2層構造液晶表示装置の製造方法について述べる。液晶注入の前の工程までは実施例1と同様であるのでここでは省略し、液晶注入の工程より述べる。

【0159】TFT基板側の注入口からネマチック液晶材料E48(Merck社製)60部、カイラル剤CB15(Merck社製)37部を混合した液晶材料を真空注入し、注入口を封止する。続いて、対向基板側の注入口からネマチック液晶材料E48(Merck社製)60部、カイラル剤C15(Merck社製)44部を混合した液晶材料を真空注入し、注入口を封止する。

【0160】上記のようにして作成した液晶表示素子

は、画素電極および2つのコモン電極をショートした状態において白色を呈した。図29に示した光学配置でその分光反射率を測定したところ、C光源を仮定したときの視感度反射率 $Y=51[\%]$ 、色座標座標 $(x, y)=(0.31, 0.44)$ となった。

【0161】なお、TFT側の液晶層単独の反射率のピーク波長は600[nm]、C光源を仮定したときの視感度反射率 $Y=28[\%]$ 、色座標 $(x, y)=(0.45, 0.33)$ 、対向基板側の液晶層単独の反射率のピーク波長は500[nm]、C光源を仮定したときの視感度反射率 $Y=23[\%]$ 、色座標 $(x, y)=(0.16, 0.43)$ であった。

【0162】電極電位差-反射率および V_{com} ドリフトについては、反射率の絶対値が異なることを除いては定性的に実施例1と同様の挙動を示した。

【0163】次に、この発明の第2の実施の形態に係る液晶表示装置について説明する。

【0164】図8は、この発明の第2の実施の形態に係る液晶表示装置の概念を説明するための構造の一例を概念的に示す断面図である。

【0165】すなわち、図8に示した液晶表示装置は、図1に示した液晶表示装置と同様に、TFT12、Cs用電極14、絶縁層15を介して設けられた画素電極16を有するTFT基板10、及びその両面に独立に駆動可能なコモン電極32、34が形成された中間層30を有している。中間層30に設けられた導通部36とTFT12とは、導電性スペーサ42により電気的に接続されている。

【0166】また、この液晶表示装置は、導通部63を介して同電位に保持されている画素電極62及び画素電極64がそれぞれの面に形成された中間基板60を有している。画素電極62、64は、導電性スペーサ44を介して中間層30の導通部36に電気的に接続されている。

【0167】そして、画素電極16とコモン電極32との間には、第1の液晶層46が設けられ、例えば右巻きのCT液晶材料が封入されている。また、コモン電極34と画素電極62との間には、第2の液晶層48が設けられ、例えば左巻きのCT液晶材料が封入されている。

【0168】さらに、この液晶表示装置は、コモン電極66が全面に形成された対向基板68を有している。

【0169】そして、中間基板60と対向基板68との間には、絶縁性のスペーサ70が設けられ、この間隙には第3の液晶層70が設けられている。この第3の液晶層を形成する液晶材料は、種々選択可能である。例えば、第1または第2の液晶層では反射できなかった光を反射するような液晶材料を封入しても良いし、視野角改善用の高分子分散型の液晶材料が封入されてもよい。

【0170】図9は、この発明の第2の実施の形態に係る液晶表示装置の概念を説明するための他の構造の一例

を概略的に示す断面図である。

【0171】図9に示した液晶表示装置の中間基板60は、導電性スペーサ44によってTFT12と電気的に接続された画素電極62と、この画素電極とは電気的に絶縁されているコモン電極66とを有している。2つの画素電極、絶縁性基板、及びコモン電極66との容量でCsを形成している。対向基板68は、画素電極64を有し、この画素電極64は、導電性スペーサ45を介して中間基板60に形成された導通部63に接続され、TFT12に電気的に接続されている。つまり、この液晶表示装置は、画素電極16、62、64がTFT12に電気的に接続され、同電位で3層の液晶層を駆動可能とするものである。

【0172】図8及び図9に示した液晶表示装置の等価回路を図16の(a)に示す。図8及び図9に示した例は、 $n=3$ に相当する場合である。また、Csは、1個独立に設けられている。

【0173】なお、図8及び図9に示した液晶表示装置においては、1個のCsが独立に設けられたが、図15の(b)に示したように各液晶層にそれぞれ並列にCsが設けられてもよい。

【0174】図16の(b)に示した等価回路は、Csが各液晶層に対して並列に設けられている場合を示している。

【0175】次に、この発明の第2の実施の形態に係る液晶表示装置の実施例3について説明する。

【0176】(実施例3)図10は、この発明の実施例3にかかわる反射型CT3層構造の液晶表示装置の断面図である。

【0177】この液晶表示装置は、既に説明した中間層コモン型2層構造にさらに1層を追加し、1個のTFTで3層を同時に駆動できる構成になっている。

【0178】すなわち、TFT12、パシベーション膜18、及び導通部19を介してTFT12に接続された第1の画素電極16を含むTFT基板と、それぞれ独立に駆動可能な第1のコモン電極32、及び第2のコモン電極34を有する中間層30との間には、第1の液晶層46が形成されている。パシベーション膜18は、透明な有機系樹脂によって形成されている。そして、第1の画素電極16と中間層30に設けられた導通部36とは、導電性スペーサ42により電気的に接続されている。

【0179】また、第2の画素電極62、及び第3のコモン電極66を有する中間基板60と、中間層30との間には、第2の液晶層48が形成されている。そして、第2の画素電極62と導通部36とは、導電性スペーサ44により電気的に接続されている。

【0180】また、中間基板60には、導通部63が設けられ、第2の画素電極62に電気的にコンタクトされている。また、中間基板60における第2の液晶層48

側には第2の画素電極62が形成され、また第3の液晶層72側には第3のコモン電極66が形成されており、この第2の画素電極62と第3のコモン電極66との間に形成される容量でCsを形成している。つまり、中間基板60がCsを兼用している。

【0181】さらに、第3の画素電極64を有する対向基板68と、中間基板60との間には、第3の液晶層72が形成されている。そして、第3の画素電極64と導通部63とは、導電性スペーサ45により電気的に接続されている。

【0182】したがって、第1乃至第3の画素電極16、62、64は、TFT12に電気的に接続され、同電位で駆動することが可能である。また、第1乃至第3のコモン電極32、34、66は、画素電極に対して絶縁され、それぞれ独立に駆動可能である。

【0183】実施例3にかかわる3層構造セルの等価回路は、図16の(a)の $n=3$ に相当する。

【0184】また、実施例1及び実施例2の光吸収層に代わるものとして、TFT基板の裏側に黒色の布または板を置くことにより対応している。3層の液晶層としては左巻きCT-右巻きCT-左巻きCT（原理的には右巻きCT-左巻きCT-右巻きCTでも構わない）を用いており、そのピッチを調節することにより、それぞれオレンジ反射層-緑反射層-ブルー反射層とし、ペーパーホワイト化を図っている。視感度の高い緑色の波長領域の右巻き成分を中央の層、すなわち第2の液晶層48で、左巻き成分をその両側の層、すなわち第1及び第3の液晶層46、72で分担して反射する構造とすることにより、高い視感度反射率を実現している。

【0185】以下に図10に示した反射型CT3層構造の液晶表示装置の製造方法について述べる。空セルの製造方法については、基本的には実施例1と同様のプロセスを用いて3層目まで製造するのでここでは省略し、液晶注入の工程より述べる。

【0186】まず、図10の液晶表示装置の第1の液晶層46に相当する部分に、注入口からネマチック液晶材料E48（Merck社製）60部、カイラル剤CB15（Merck社製）37部を混合した液晶材料を真空注入し、注入口を封止する。続いて、第2の液晶層48に相当する部分に、注入口からネマチック液晶材料E48（Merck社製）60部、カイラル剤C15（Merck社製）40部を混合した液晶材料を真空注入し、注入口を封止する。

【0187】続いて、第3の液晶層72に相当する部分に、注入口からネマチック液晶材料E48（Merck社製）60部、カイラル剤CB15（Merck社製）44部を混合した液晶材料を真空注入し、注入口を封止する。

【0188】上記のようにして作成した液晶表示装置は、画素電極および2つのコモン電極をショートした状

態において白色を呈した。図29の光学配置でその分光反射率を測定したところ、C光源を仮定したときの視感度反射率 $Y=76\%$ 、色座標座標 $(x, y) = (0.31, 0.51)$ となった。

【0189】なお、第1の液晶層の反射率のピーク波長は600nm、C光源を仮定したときの視感度反射率 $Y=20\%$ 、色座標 $(x, y) = (0.45, 0.33)$ 、第2の液晶層の反射率のピーク波長は550nm、C光源を仮定したときの視感度反射率 $Y=40\%$ 、色座標 $(x, y) = (0.31, 0.58)$ 、第3の液晶層の反射率のピーク波長は500nm、C光源を仮定したときの視感度反射率 $Y=16\%$ 、色座標 $(x, y) = (0.16, 0.43)$ であった。

【0190】電極電位差-反射率および V_{com} ドリフトについては、反射率の絶対値が異なること、3層あることを除いては定性的に実施例1と同様の挙動を示した。

【0191】次に、この発明の第2の実施の形態に係る液晶表示装置の実施例4について説明する。

【0192】(実施例4) 図11は、この発明の実施例4にかかわる反射型3層構造の液晶表示装置の断面図である。この液晶表示装置は、中間層コモン型CT2層構造に視野角改善のためにさらに1層を追加し、1個のTFTで3層を同時に駆動できる構成になっている。

【0193】すなわち、TFT12、Cs14、及びTFT12に接続された第1の画素電極16を含むTFT基板と、それぞれ独立に駆動可能な第1のコモン電極32、及び第2のコモン電極34を有する中間層30との間には、第1の液晶層46が形成されている。そして、第1の画素電極16と中間層30に設けられた導通部36とは、導電性スペーサ42により電気的に接続されている。

【0194】また、第2の画素電極62、及び第3の画素電極64を有する中間基板60と、中間層30との間には、第2の液晶層48が形成されている。そして、第2の画素電極62と第3の画素電極64とは、導通部63により同電位に維持され、さらに、導電性スペーサ44により導通部36により電気的に接続されている。さらに、第3のコモン電極66を有する対向基板68と、中間基板60との間には、第3の液晶層72が形成されている。そして、この対向基板68と中間基板60との間には、絶縁性のスペーサ70が設けられている。

【0195】したがって、第1乃至第3の画素電極16、62、64は、TFT12に電気的に接続され、同電位で駆動することが可能である。また、第1乃至第3のコモン電極32、34、66は、画素電極に対して絶縁され、それぞれ独立に駆動可能である。

【0196】実施例4にかかわる3層構造セルの等価回路は、図16の(a)の $n=3$ に相当する。

【0197】また、実施例3と同様に、TFT基板の裏側に黒色の布または板の光吸収材を置いている。

【0198】この液晶表示装置の第1及び第2の液晶層としては、実施例2と同様のものを用いている。すなわち、右巻きCT液晶材料、及び左巻きCT液晶材料により、第1及び第2の液晶層を形成している。第3の液晶層には、ポリマー中に液晶ドロレットを分散させた高分子分散型液晶材料(PDLC)を適用している。

【0199】以下に図11に示した反射型CT3層構造の液晶表示装置の製造方法について説明する。空セルの製造方法としては、中間基板の構造が異なることを除いては基本的に実施例3と同様であるので省略する。以下に、液晶の注入工程から述べる。

【0200】まず、図11の第3の液晶層74に相当する部分の注入口から、PDLC用液晶材料ミクスチャー(液晶、ポリマー、光重合開始剤の混合物)を真空注入し、注入口を封止する。

【0201】続いて、水銀ランプを用い、i線(365nm)で2000mJ/cm²全面露光することにより、液晶とポリマー材料との層分離構造を形成させることにより第3の液晶層であるPDLC層を形成する。

【0202】続いて、第1および第2の液晶層46、48に実施例2と同様の液晶材料を注入し、注入口を封止する。

【0203】上記のようにして作成した液晶表示装置の分光反射率および視感度反射率、電極電位差-反射率および V_{com} ドリフトについては、実施例2と同様の挙動を示した。

【0204】ただし、実施例2においては、視角による色ズレ、ギラツキ感があったのに対し、実施例3においては、視角が広がり、ギラツキ感も改善された。

【0205】次に、この発明の第3の実施の形態に係る液晶表示装置の実施例5について説明する。

【0206】(実施例5) 図12は、この発明の実施例5にかかわる反射型CT6層構造のフルカラー液晶表示装置の断面図である。

【0207】すなわち、この液晶表示装置は、基本的には、実施例1で説明した2層構造の液晶表示装置を3個積層した構造である。

【0208】すなわち、図12に示すように、基板10上には、レッド反射層に対応する第1および第2の液晶層46R、48Rを駆動するための第1のTFT12R、グリーン反射層に対応する第3および第4の液晶層46G、48Gを駆動するための第2のTFT12G、及びブルー反射層に対応する第5および第6の液晶層46B、48Bを駆動するための第3のTFT12Bが設けられている。また、基板10上には、第1乃至第3のTFT12R、12G、12Bに対応してそれぞれ設けられた第1乃至第3のCs14R、14G、14Bが設けられている。光吸収層11には、各TFTと画素電極とを電気的にコンタクトするコンタクト部19R、19G、19Bが設けられている。

【0209】光吸収層11上に形成されたレッド反射層の第1の画素電極16Rと、中間基板20R上に形成された第2の画素電極22Rとは、導電性スペーサ42R、44Rを通して電気的に接続されているとともに、コンタクト部19Rを介して第1のTFT12Rのソース電極に電気的に接続されている。

【0210】また、この画素電極は、中間層30Rのそれぞれの面に形成されたコモン電極32R及びコモン電極34Rに対して電気的に絶縁されている。

【0211】中間基板20R上に形成されたグリーン反射層の第1の画素電極16Gと、中間基板20G上に形成された第2の画素電極22Gとは、導電性スペーサ42G、44Gを通して電気的に接続され、導電性スペーサ44R、42R、コンタクト部19Gを通して第2のTFT12Gのソース電極に電気的に接続されている。

【0212】また、この画素電極は、中間層30Gのそれぞれの面に形成されたコモン電極32G、34G及びレッド層駆動用の画素電極16R、22R、コモン電極32R、34Rと電気的に絶縁されている。

【0213】中間基板20G上に形成されたブルー反射層の第1の画素電極16Bと、対向基板20B上に形成された第2の画素電極22Bは、導電性スペーサ42B、44Bを通して電気的に接続され、導電性スペーサ44G、42G、44R、42R、コンタクト部19Bを通して第3のTFT12Bのソース電極に電気的に接続され、中間層30Bのそれぞれの面に形成されたコモン電極32B、34B、レッド層駆動用の画素電極16R、22R、コモン電極32R、34R、及びグリーン層駆動用の画素電極16G、22G、コモン電極32G、34Gと電気的に絶縁されている。

【0214】第1乃至第6の液晶層に封入されるCT液晶のカイラルピッチを調節することにより、第1および第2の液晶層でレッドの光を反射、第3および第4の液晶層でグリーンを反射、第5および第6の液晶層でブルーを反射する構造となっている。

【0215】図12に示した液晶表示装置の製造方法については、基本的には実施例1の中間層コモン型2層構造セルの製造方法にのっとり積層を繰り返すことにより製造可能であるため、ここでは省略する。

【0216】上記のようにして作成したフルカラー液晶表示装置は、6つの画素電極および6つのコモン電極をショートした状態において白色を呈した。実施例1と同様にして測定した視感度反射率は $Y=92\%$ 、色座標 $(x, y) = (0.30, 0.31)$ となった。このフルカラー液晶表示装置を実施例1と同様な方法でTFT駆動し、フリッカミニマムとなるように6つのコモン電位を調節した。これにより、問題となるフリッカは全く発生しなくなった。

【0217】次に、G反射層とB反射層にON状態、R反射層にOFF状態となる交流電圧を印加したところ赤

色を呈し、そのときの視感度反射率 $Y=24\%$ 、色座標 $(x, y) = (0.64, 0.34)$ となった。

【0218】次に、R反射層とB反射層にON状態、G反射層にOFF状態となる交流電圧を印加したところ緑色を呈し、そのときの視感度反射率 $Y=62\%$ 、色座標 $(x, y) = (0.31, 0.58)$ となった。

【0219】次に、R反射層とG反射層にON状態、B反射層にOFF状態となる交流電圧を印加したところ青色を呈し、そのときの視感度反射率 $Y=18\%$ 、色座標 $(x, y) = (0.14, 0.12)$ となった。

【0220】このように、図12の構造を採用することにより、反射率、色再現範囲についても十分な、表示品位の高いフルカラー反射型ディスプレイを実現することができた。

【0221】上述したように、図1乃至図7に示した液晶表示装置においては、1つのスイッチング素子12で2層の液晶層46、48を同時に駆動するものであって、上部基板（対向基板）20及び下部基板（TFT基板）10に同電位となる画素電極16、22を有じ、中間層30の両側にそれぞれ独立に駆動可能な2つのコモン電極32、34を有し、コモン電極と画素電極との電位差により2層の液晶層を駆動できる素子構造としている。この液晶表示装置の等価回路は、図15の(a)及び(b)に示されている。

【0222】また、図8乃至図11に示した液晶表示装置においては、1つのスイッチング素子12で駆動する2層の液晶層46、48に、さらに第3の液晶層72を追加した構造となっている。第3の液晶層72は、図示しないが、第1及び第2の液晶層46、48を駆動するためのTFT12とは別のTFTが設けられて互いに独立に駆動されても良いし、図8乃至図11に示したように、第1の基板（TFT基板）10に設けられたTFT12で第1および第2の液晶層46、48と同時に駆動されてもよい。

【0223】その際、図8及び図11に示したように、第3の液晶層72を駆動するための第3の画素電極64が中間基板60に設けられ、第3のコモン電極66が第2の基板（対向基板）68に設けられる構造であってもよいし、図9及び図10に示したように、第3の画素電極64が第2の基板（対向基板）68に設けられ、第3のコモン電極66が中間基板60に設けられる構造であってもよい。

【0224】コモン電極66が中間基板60に設けられた構造においては、図10に示したように、中間基板60の厚さ、誘電率を適宜選択して設計することにより、中間基板60上の画素電極62とコモン電極66との間に形成される容量でCsを形成することが可能である。

【0225】さらに、図12に示した液晶表示装置においては、フルカラー表示を可能とする液晶表示装置であって、基本的には図1乃至図7に示した2層の液晶層を

1組とする液晶層表示装置を3つ組み合わせたものと考えることができる。ただし、スイッチング素子をすべて第1の基板(TFT基板)10上に配置することにより、高開口率化・低価格化を実現可能な構造となっている。

【0226】透過-反射モードの場合には、2層1組の液晶層の反射の色をそれぞれ、レッド、グリーン、ブルーとし、第1の基板10上、あるいは第1の基板10または第2の基板(対向基板)20の下に光吸収層を設けることが有効である。このようなフルカラー反射型液晶表示装置を実現する表示モードとしては、CTが有効であり、カイラル剤の量によってピッチを調整することにより、レッド、グリーン、ブルーを反射する層を実現し、右巻き・左巻きのカイラル剤を用いた層を1組とすることにより、高い反射率を実現可能である。

【0227】反射-吸収モードの場合には、2層1組の液晶層の吸収の色をそれぞれ、イエロー、シアン、マゼンタとし、第1の基板10上に光反射層を設けることが有効である。このようなフルカラー反射型液晶表示装置を実現する表示モードとしては、二色性色素を液晶に添加し、液晶の配向を制御することにより吸収を制御するゲストホスト方式が有効であり、2層1組で所望の色を実現するように、それぞれの層に添加する色素が適宜選択される。このようにすることにより、溶解度や色素同士の相互作用により1層では所望の色を実現できない場合にも、所望の色を実現することが可能となる。

【0228】図1乃至図12に示した液晶表示装置に適用される中間層30は、図13に示すように、その両面にそれぞれ独立に駆動可能なコモン電極32、34、及びこの2つのコモン電極に対して電気的に絶縁された導通部36を有している。この導通部36に導電性スペーサ42、44を接続することにより、2つの互に対向する基板上に形成されている2つの画素電極を電気的に接続することが可能となる。

【0229】また、図14に示すように、中間層30の2つのコモン電極32、34が、第1の基板(TFT基板)10に設けられたスイッチング素子12のゲート線と平行にバタニングされてもよい。このような中間層30を有する液晶表示装置は、コモン電極32、34をTFT12のゲート線と平行にバタニングすることにより、各ゲート線上のTFT上の画素群毎にコモン電極電位を独立に設定することができる。

【0230】ここでいう導電性スペーサとは、セルギャップを保つためのスペーサに導電性を含ませたものである。導電性を持たせるために、スペーサの素材として金属、半導体などの導電性のものを用いる方法の他、導電性を持たない樹脂やガラス等に導電性微粒子を分散させる方法が有効である。

【0231】スペーサの抵抗成分による第2の画素電極の第1の画素電極に対する電圧降下は、2値表示の場合

1V以下、多値表示の場合0.1V以下とすることが望ましい。また、導電性スペーサ近傍の $\sim 10\mu\text{m}$ の領域の基板表面は、導電性スペーサからの漏れ電界に起因する液晶の配向不良を避ける上で、液晶のプレチルト角が他の表示領域に比べ高いことが望ましい。

【0232】ここで、導電性スペーサ用レジスト材料の組成について説明する。

【0233】すなわち、導電性スペーサ用レジストとしては、紫外光(250乃至420nm)でバタニング可能で、かつ耐熱性の高い樹脂を形成可能なレジストに、サブミクロンサイズの導電性微粒子を分散させたものを用いることを基本とする。ベースレジストとしては、露光された領域を残すネガ型のものでも、露光されない領域を残すポジ型のもののどちらでも構わない。

【0234】ベースレジスト材料としては、耐熱性の高いアクリル系やポリイミド系のものを用いることが有効である。

【0235】導電性微粒子としては、炭素、銀、金、 SnO_2 微粒子、ITO微粒子などを用いることが有効である。十分な導電性を確保するために、ベースレジストに対する導電性微粒子の割合は10wt%以上であることが望ましい。

【0236】また、光によるバタニングの性能を損なわないために、ベースレジストに対する導電性微粒子の割合は50wt%以下であることが望ましい。

【0237】また、セル体積とセル内の液晶材料との熱膨張率の差に起因する低温で泡の入る不良(低温発泡)を避ける目的で、可とう性付与剤としての、サブミクロンサイズのゴムボールを少量含むことが望ましい。

【0238】また、導電性スペーサと画素電極との接続を確実にする目的に、第1及び第2の基板表面および中間層表面と導電性スペーサレジストとを化学結合により接着できる組成であることが望ましい。すなわち、ベースレジストとして接着性レジストを用いることが望ましい。より接着を確実にするためには、基板のスペーサ形成部に接着性を向上させるための表面処理を施すことが有効である。

【0239】この液晶表示装置は、図36乃至図39に示すように、第2の基板(対向基板)側から組み立てられても良いし、図40乃至図43に示すように、第1の基板(TFT基板)側から組み立てられてもよい。

【0240】図36乃至図39に示すように、対向基板側から組み立てた場合、あとから作る導電性スペーサを、はじめに作った導電性スペーサをマスクとしてセルフアラインに形成することを可能となる。これによりスペーサの合わせマージンがいなくなるため、開口率をより高くすることが可能になる。この場合に適用される導電性スペーサ用レジストとしては、基本的には上述したレジストと同一である。

【0241】ただし、先に形成される第1の導電性スペーサ

ーサ用レジストについては、後に形成される第2の導電性スペーサ用レジストを露光する際のマスクとなるため、第2の導電性スペーサ用レジストの露光波長領域における光透過率が10%以下であることが望ましい。このような特性を示す導電性スペーサ用レジストに用いる導電性微粒子としては、炭素・銀・金等が特に有効である。また、第2の導電性スペーサ用レジストとしては、ポジ型であることが必須である。

【0242】この発明の液晶表示装置の駆動方法は、図15に示した中間層コモン型2層構造セルの等価回路において、第1の液晶層46の対向電極32に対して印加される電圧が表示状態で正負対称となるようにCOM(1)に設定され、第2の液晶層48の対向電極34に対して印加される電圧が表示状態で正負対称になるようにCOM(2)にそれぞれ設定されている。実際に、液晶に印加される電位差は、TFTのON/OFF時のカップリング容量差、配線およびコモン電極の抵抗による電圧降下、TFTのリーク電流、液晶層のリーク電流、液晶中／電極界面近傍での空間電荷分布の影響を受ける。そのため、2層構造の場合、液晶層に印加される電圧が表示状態で正負対称になる最適コモン電位はそれぞれの層で異なってくる。

【0243】この場合は、第1の液晶層および第2の液晶層についてその最適コモン電位を設定することを特徴としている。最適コモン電位の調節の仕方としては、フリッカを観測しながら、信号電圧の中央電位とCOM(1)、COM(2)との電位差を、フリッカがミニマムとなるように設定する。COM(1)及びCOM(2)の最適値に近い場合には、Csは、図15の(a)に示したように1個で十分であり、その際、Csの対向電位COMは、図1乃至図4に示すように、COM(1)とCOM(2)との間に設定することが望ましい。Cs用電極は、図1乃至図3に示すように、TFT基板上に設けても、図4に示すように対向基板上に設けてもよい。

【0244】COM(1)とCOM(2)の最適値に0.2V以上の差がある場合には、図15の(b)に示すように、第1の液晶層46、及び第2の液晶層48にそれぞれ並列にCs14、及びCs24を設けることが望ましい。Csの対向電極は、図5に示すように、TFT基板上にCs(1)、対向基板上にCs(2)をそれぞれに設けることが望ましい。

【0245】上述した駆動方法において、第1及び第2のコモン電極32、34の電位差、及び信号電圧の中央電位と第1または第2のコモン電極との電位関係の設定方法について説明する。すなわち、図15に示した等価回路において、COM(1)、COM(2)および信号線の中央電位のうち、2つが独立に設定可能であれば、(ある固定の信号振幅において)第1の液晶層と第2の液晶層と最適コモン電位を実現することができると考え

られる。

【0246】図19の(a)及び(b)にそれぞれ示したコモン電位の設定方法においては、第1の液晶層46と第2の液晶層48における2つの最適コモン電位の電位差、および信号電圧の中央電位を設定して、2つの液晶に印加される電圧(実効値)が正負対称になるように設定したものである。

【0247】図20の(a)及び(b)にそれぞれ示したコモン電位の設定方法においては、第1及び第2のコモン電極を同電位に設定したものである。すなわち、COM(1)、COM(2)の最適コモン電位がほとんど変わらない場合に用いることができる。たとえば、第1の液晶層46及び第2の液晶層48の材料系がほとんど変わらない場合、より具体的にはCTにおいて右巻きと左巻きのようにカイラル剤のみが異なる場合に適用できる。

【0248】また、図14に示したような構造の中間層を適用した場合、図21に示すように、第1及び第2のコモン電極32、34の電位差を、スイッチング素子(TFT)12のゲート線の電圧の変化と同期して高レベルと低レベルの電圧を交互に連続的に印加し、第1の液晶層46のON/OFF状態と第2の液晶層48のON/OFF状態を反転させて表示するものである。

【0249】すなわち、この駆動方法は、第1の液晶層46がON状態のとき第2の液晶層48がOFF状態となり、第1の液晶層46がOFF状態のとき第2の液晶層48がON状態となるように、図15におけるCOM(1)、COM(2)間に、ゲートパルスと同期させて交流電圧を印加するものである。この駆動方法を適用する場合で、Csを設ける場合は、図21に示すように、COM(1)、COM(2)それぞれに並列にCs(1)14、Cs(2)24の2個のCsが必要である。図21の等価回路を実現するためのセル構造の例としては、図5の構造において、図14の構造の中間層を用いることが有効である。

【0250】この発明の液晶表示装置、たとえば図6、図7、図10、図11に示したような液晶表示装置は、第1および第2の液晶層の少なくとも一方に、印加電圧の変化により可視光の反射率が変化する反射型表示モードを適用することができる。すなわち、この液晶表示装置は、バックライトがなくてもよい反射型表示モードである。2層以上の積層構造とすることにより、(1)第1の液晶層では反射できなかった光を第2の液晶層により反射することにより反射率向上を図ったり、(2)1層の液晶層においては色合わせがうまくいかない場合にもう1層を合わせることで色補正を行ったり、

(3)1層の液晶層においては視野角が不十分である場合にもう1層で視野角拡大を図るなどの用途に用いることができる。また、これらの目的の組み合わせによる3層またはそれ以上の構造とすることもできる。

【図35】図34は、この発明の実施例1にかかわる液晶表示装置と、比較例1及び2にかかわる液晶表示装置との性能を比較した図である。

【図36】図36は、この発明の液晶表示装置の製造方法を説明するための図である。

【図37】図37は、この発明の液晶表示装置の製造方法を説明するための図である。

【図38】図38は、この発明の液晶表示装置の製造方法を説明するための図である。

【図39】図39は、この発明の液晶表示装置の製造方法を説明するための図である。

【図40】図40は、この発明の液晶表示装置の他の製造方法を説明するための図である。

【図41】図41は、この発明の液晶表示装置の他の製造方法を説明するための図である。

【図42】図42は、この発明の液晶表示装置の他の製造方法を説明するための図である。

【図43】図43は、この発明の液晶表示装置の他の製造方法を説明するための図である。

【符号の説明】

10…基板（TFT基板）

11…光吸収層

12…TFT

14…Cs用電極

15…絶縁層

16…画素電極

18…パシベーション膜

19…コンタクト部

20…基板（対向基板）

22…画素電極

30…中間層

32…コモン電極

34…コモン電極

36…導通部

42…導電性スペーサ

44…導電性スペーサ

46…第1の液晶層

48…第2の液晶層

60…中間基板

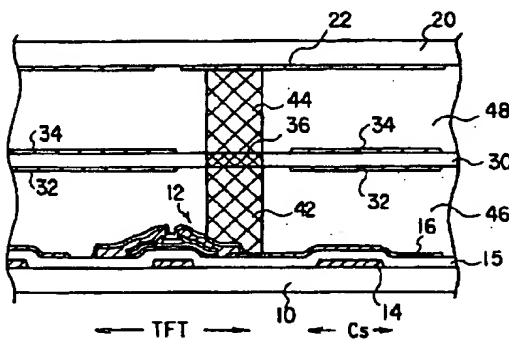
62…画素電極

63…導通部

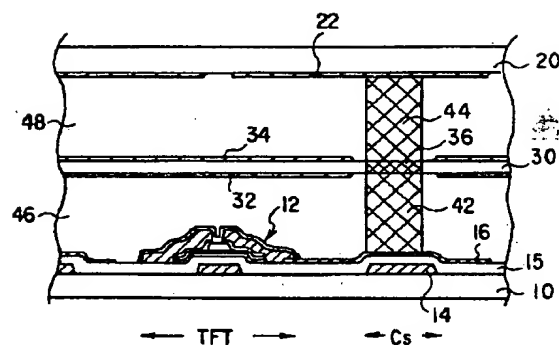
64…画素電極

66…コモン電極

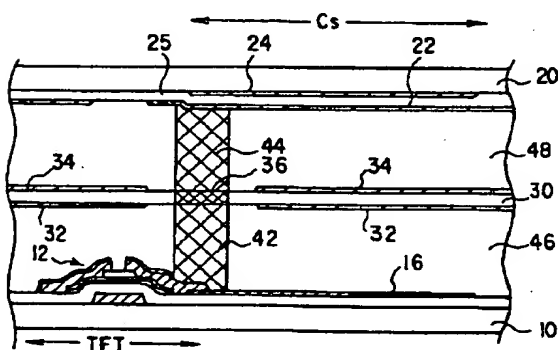
【図1】



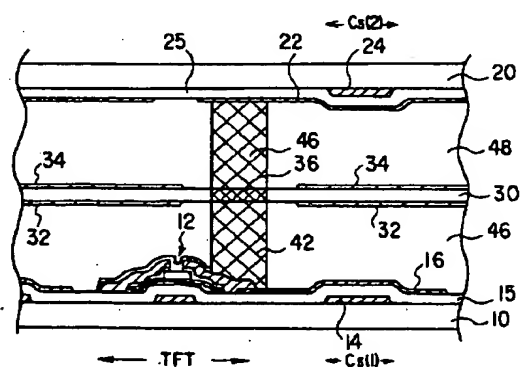
【図2】



【図4】



【図5】



【0251】(1)の具体例としては、図6に示したように、RL2層構造CTセルを用いることが有効である。

【0252】(2)の具体例としては、図7に示したような反射ピーク波長の異なる2層構造CTセルや、図10に示したような3層構造セル、2色性色素の色が異なる2層構造GHセルなどを用いることが有効であり、この手法によりペーパーホワイト化が可能になる。

【0253】(3)の具体例としては、図11に示したように、視野角は狭いが反射率の高いCTセルと視野角を広げるためのPDLセルを組み合わせることが有効である。

【0254】なお、この発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々変更して用いることができる。

【0255】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、1つのスイッチング素子で2層以上の液晶層を同時駆動する場合に、高表示品位の液晶表示装置を高歩留まりで提供することができる。これを反射型液晶表示装置に適用することにより、反射率50%以上の高表示品位の液晶表示装置を高歩留まりで提供することかできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、この発明の実施の形態に係る液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図2】図2は、この発明の実施の形態に係る他の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図3】図3は、この発明の実施の形態に係る他の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図4】図4は、この発明の実施の形態に係る他の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図5】図5は、この発明の実施の形態に係る他の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図6】図6は、この発明の実施の形態に係る他の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図7】図7は、この発明の実施の形態に係る他の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図8】図8は、この発明の実施の形態に係る3層構造の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図9】図9は、この発明の実施の形態に係る他の3層構造の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図10】図10は、この発明の実施の形態に係る他の3層構造の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図11】図11は、この発明の実施の形態に係る他の3層構造の液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図12】図12は、この発明の実施の形態に係るフルカラー液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図13】図13は、この発明の液晶表示装置に適用される中間層の構造を概略的に示す図である。

【図14】図14は、この発明の液晶表示装置に適用さ

れる他の中間層の構造を概略的に示す図である。

【図15】図15の(a)及び(b)は、この発明の2層構造の液晶表示装置の等価回路を示す図である。

【図16】図16の(a)及び(b)は、この発明のn層構造の液晶表示装置の等価回路を示す図である。

【図17】図17は、図15の(a)に示した等価回路に対応するTFT基板の平面図である。

【図18】図18の(a)は、Csオンゲート構造のTFT基板の平面図であり、図18の(b)は、図18の(a)に示した構造に対応した等価回路を示す図である。

【図19】図19(a)及び(b)は、この発明の液晶表示装置に適用される中間層のコモン電極の設定方法を説明するための図である。

【図20】図20(a)及び(b)は、この発明の液晶表示装置に適用される中間層のコモン電極の設定方法を説明するための図である。

【図21】図21は、この発明の液晶表示装置に適用される中間層のコモン電極の設定方法を説明するための図である。

【図22】図22は、この発明の液晶表示装置に適用される中間層の製造方法を示す図である。

【図23】図23は、この発明の液晶表示装置に適用される中間層の製造方法を示す図である。

【図24】図24は、この発明の液晶表示装置に適用される中間層の製造方法を示す図である。

【図25】図25の(a)乃至(c)は、この発明の実施例1にかかわる液晶表示装置の反射率-電極電位差特性を示す図である。

【図26】図26の(a)乃至(c)は、比較例1にかかわる液晶表示装置の反射率-電極電位差特性を示す図である。

【図27】図27の(a)乃至(c)は、この発明の実施例1にかかわる液晶表示装置の時間に対するフリッカミニマムのドリフト量を特性を示す図である。

【図28】図28の(a)乃至(c)は、比較例1にかかわる液晶表示装置の時間に対するフリッカミニマムのドリフト量を特性を示す図である。

【図29】図29は、分光反射率を測定するための測定装置の光学系を示す図である。

【図30】図30は、比較例1にかかわる液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

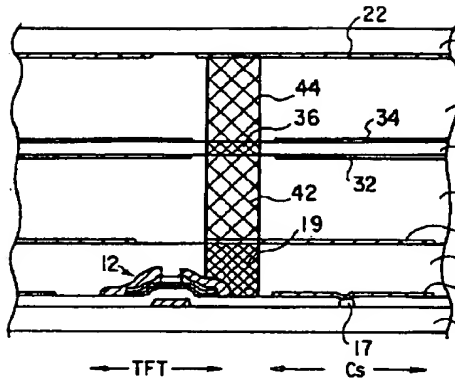
【図31】図31は、比較例1にかかわる液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

【図32】図32は、比較例1にかかわる液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

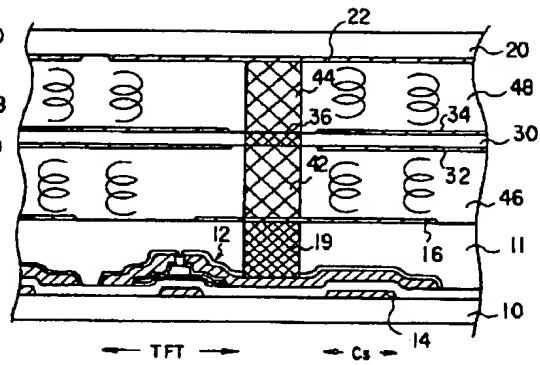
【図33】図33は、比較例1にかかわる液晶表示装置の等価回路を示す図である。

【図34】図34は、比較例2にかかわる液晶表示装置を概略的に示す断面図である。

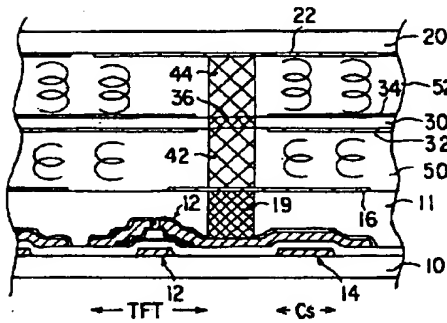
【図3】



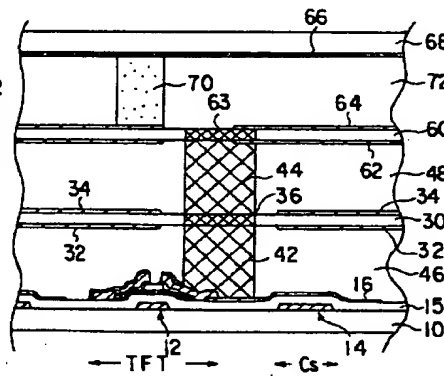
【図6】



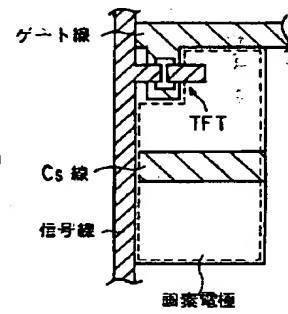
【図7】



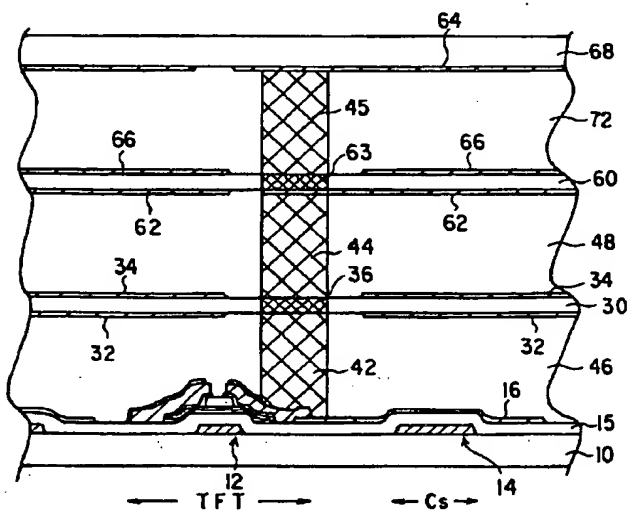
【図8】



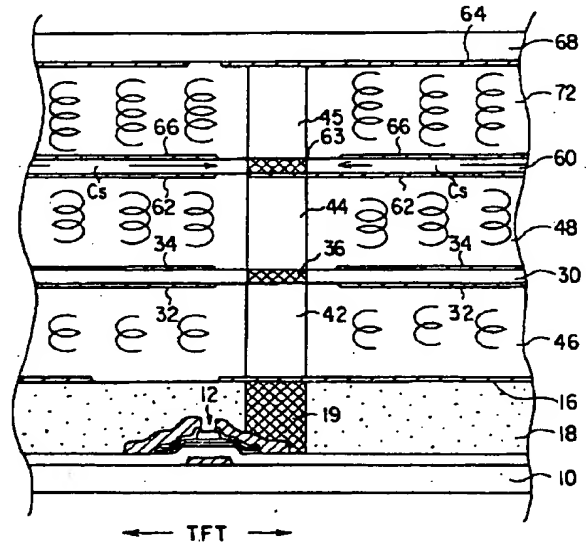
【図17】



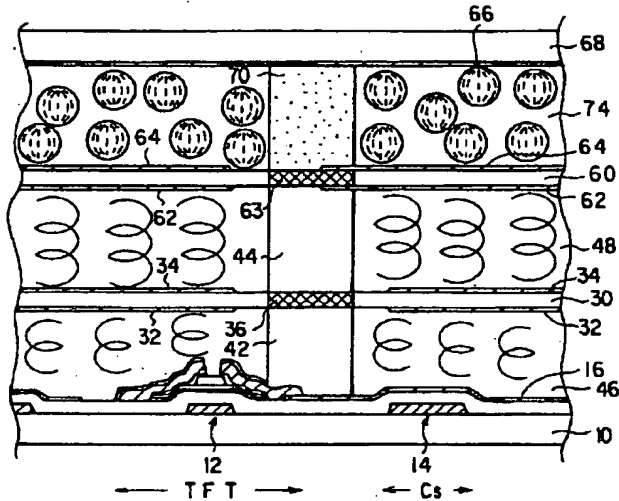
【図9】



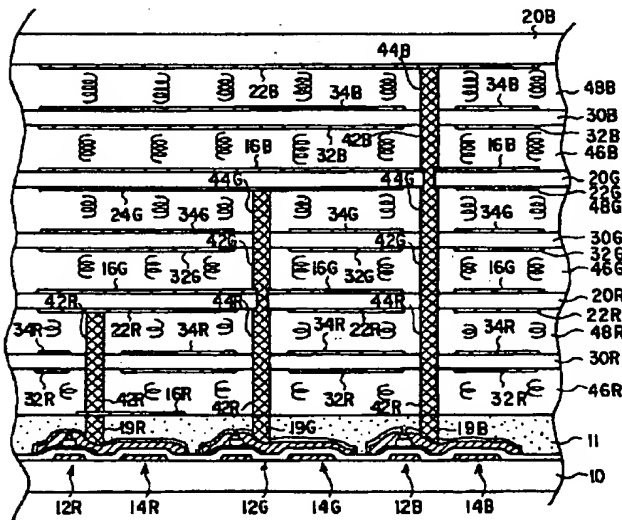
【図10】



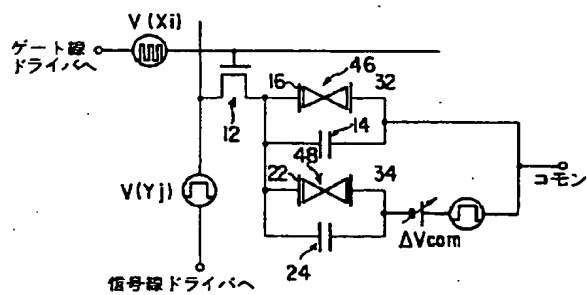
【図11】



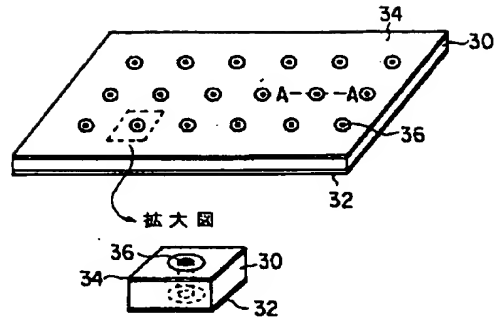
【図12】



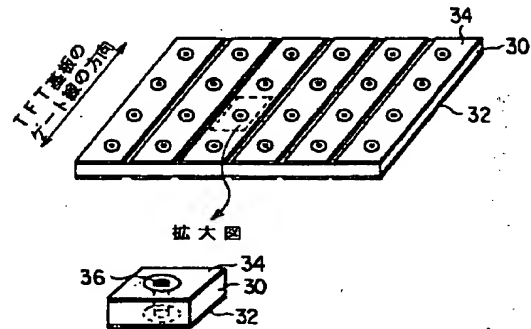
【図21】



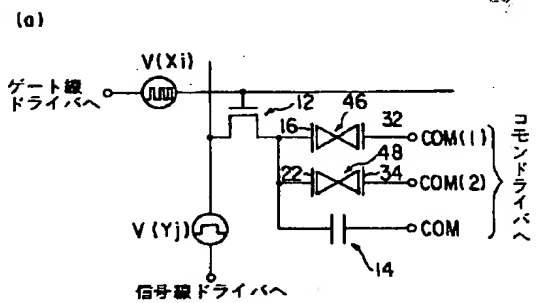
【図13】



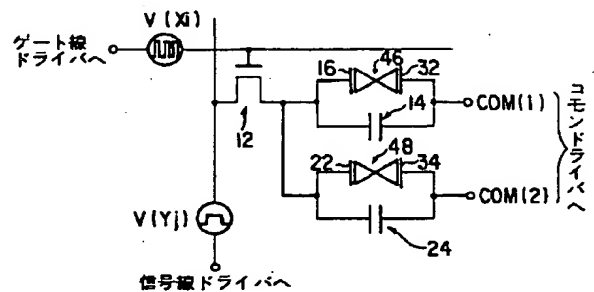
【図14】



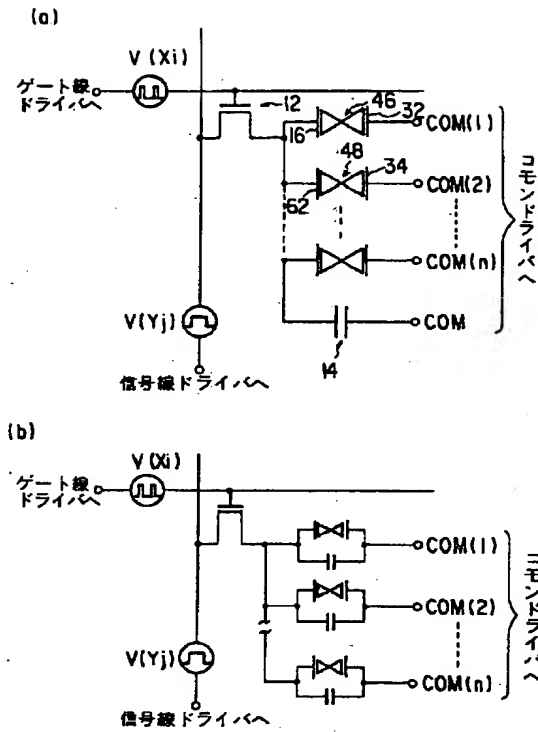
【図15】



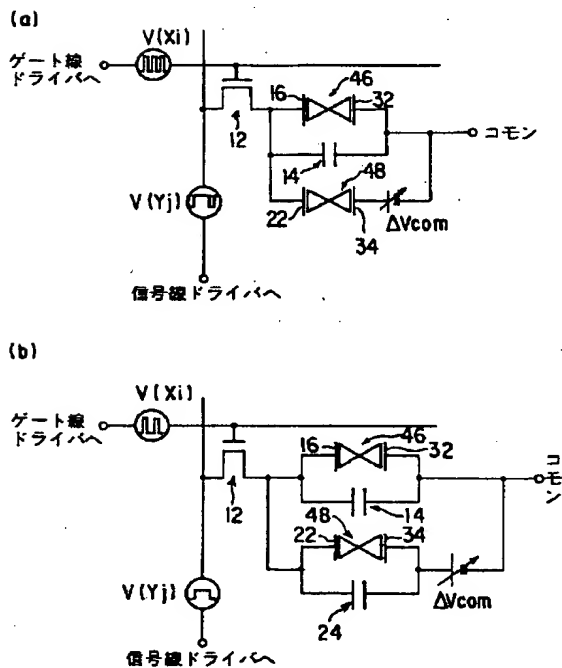
(b)



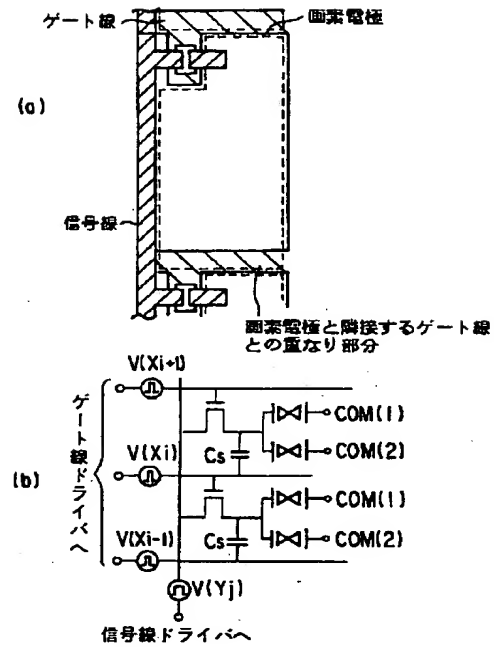
【図16】



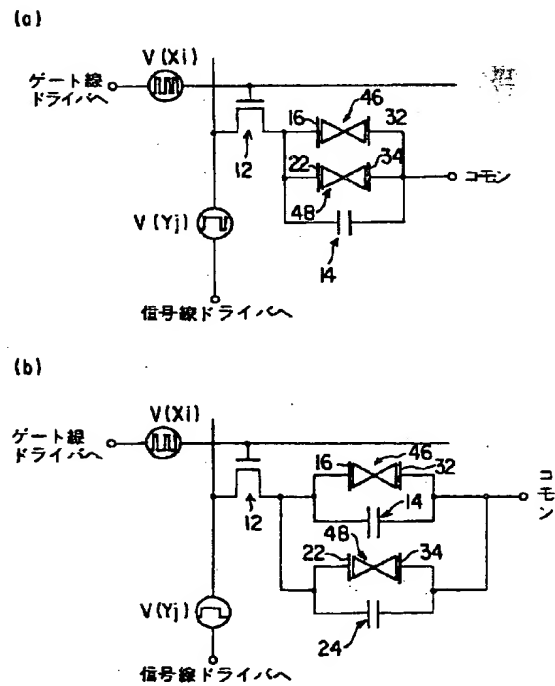
【図19】



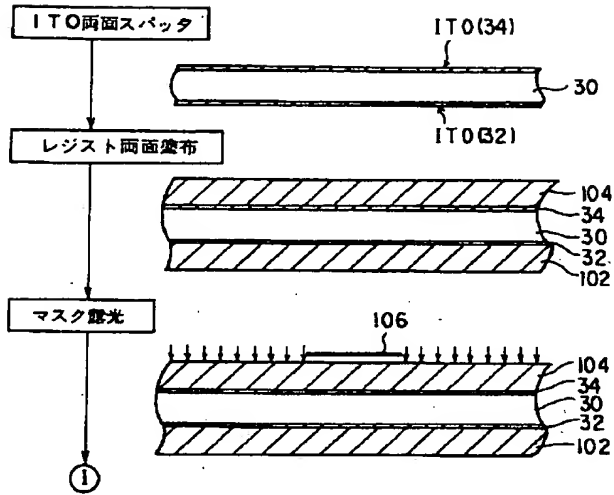
【図18】



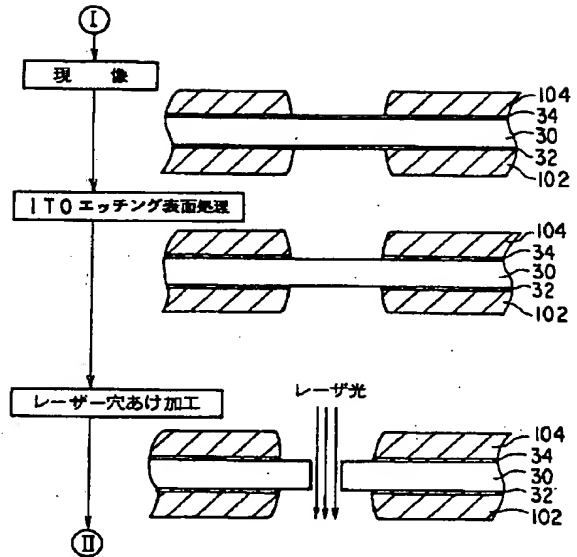
【図20】



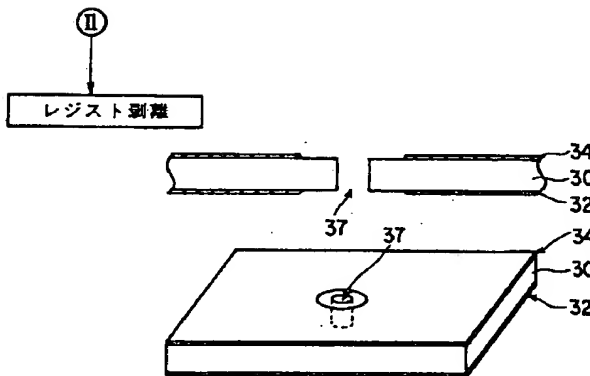
【図22】



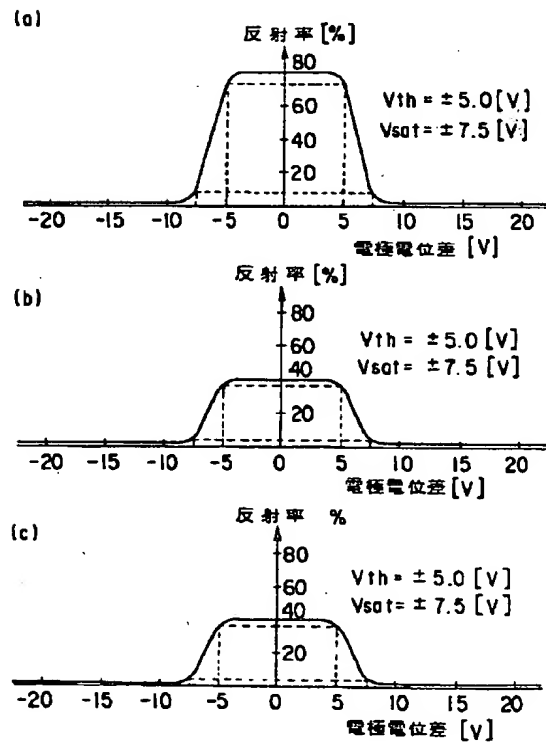
【図23】



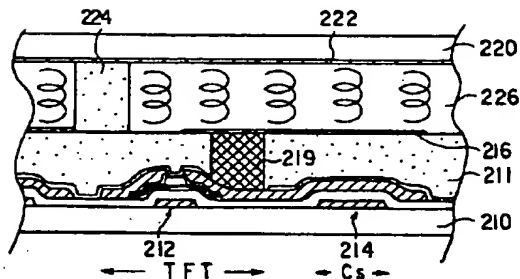
【図24】



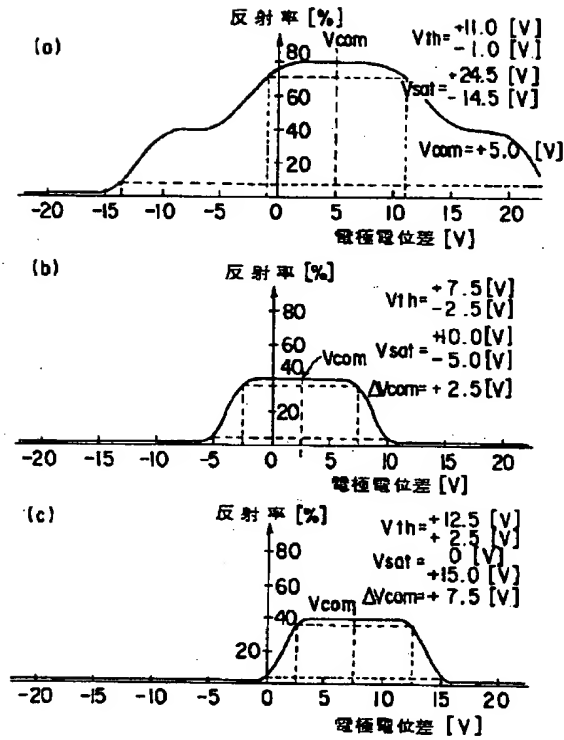
【図25】



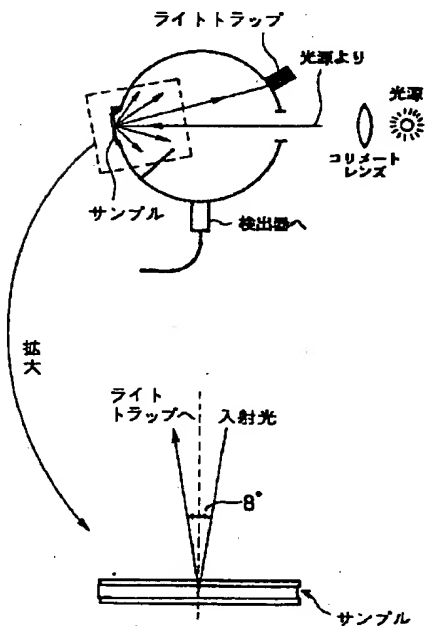
【図30】



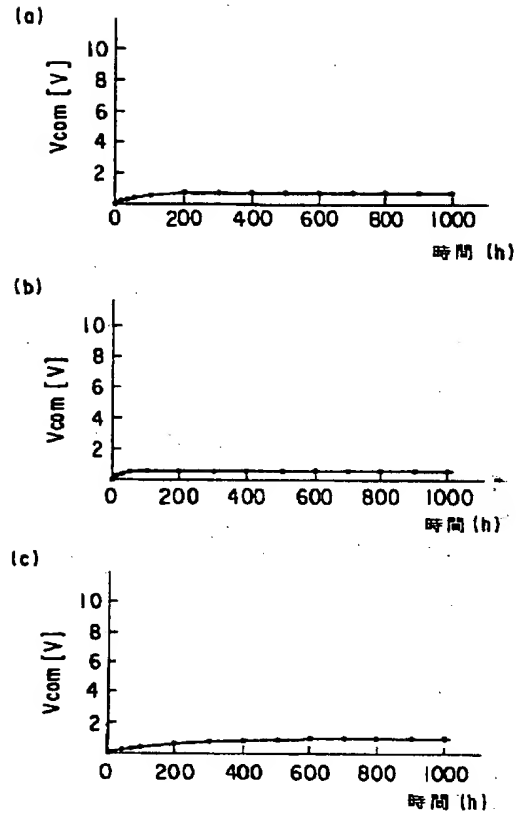
【図26】



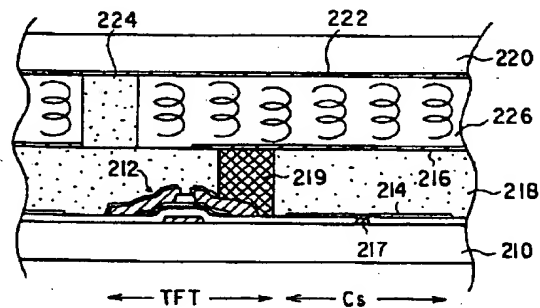
【図29】



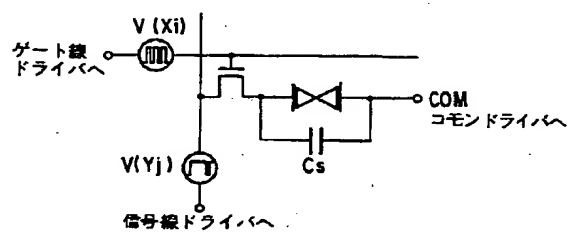
【図27】



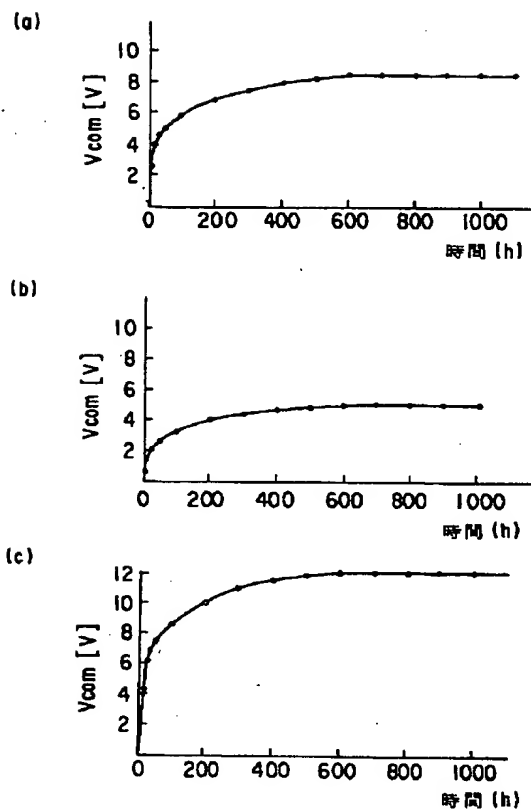
【図31】



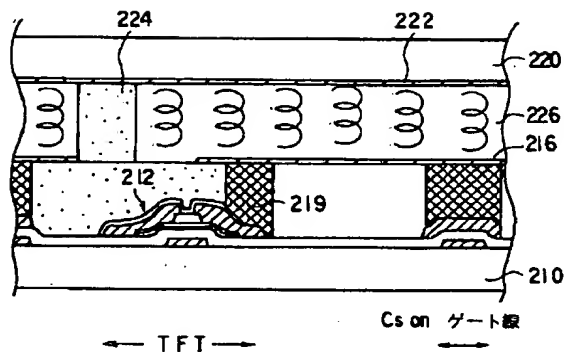
【図33】



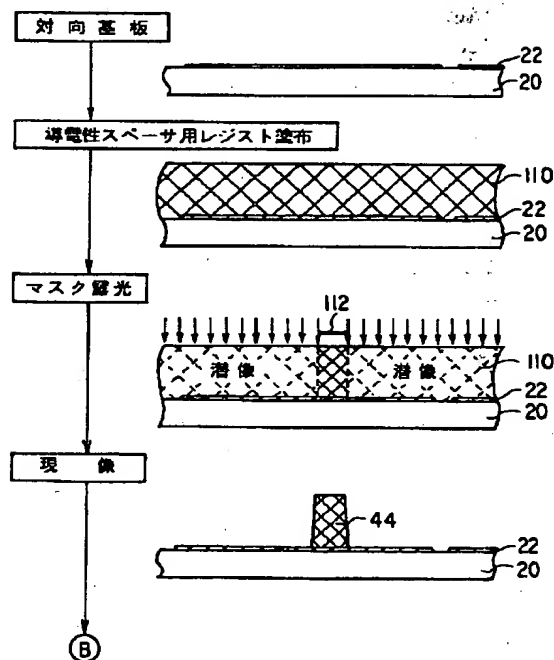
【圖28】



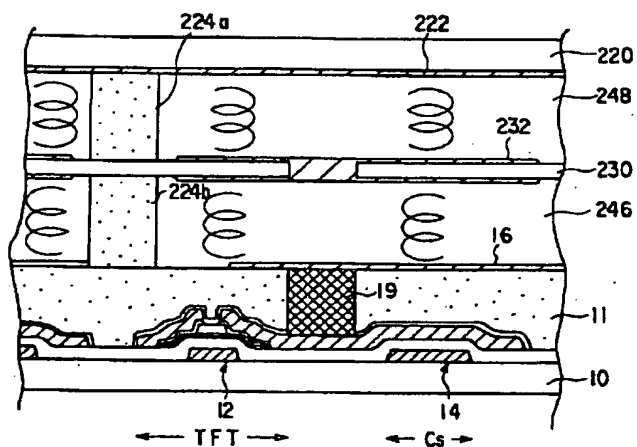
【图 3-2】



【図36】



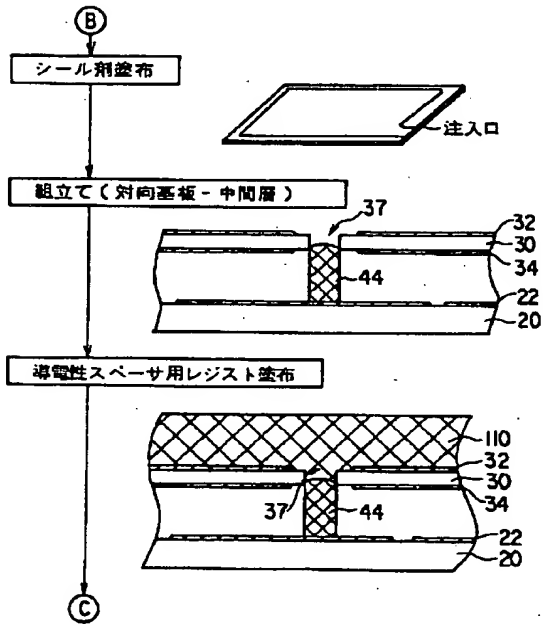
【图34】



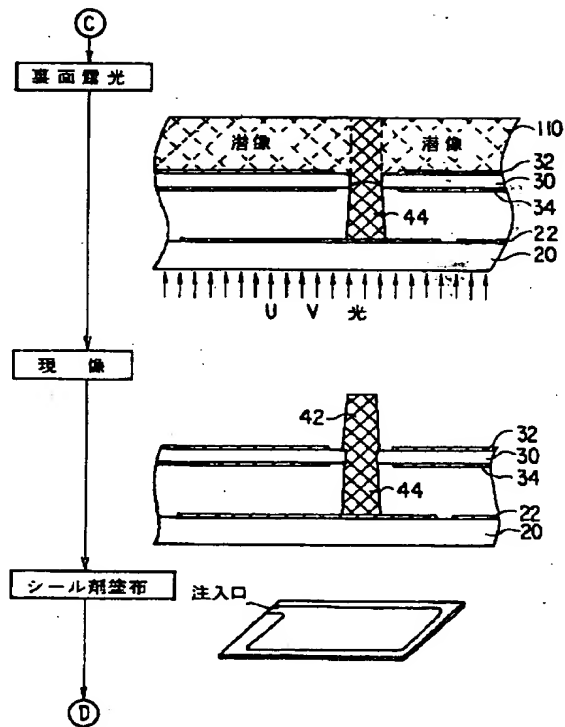
【図35】

項目 \ 構造	1層構造	(R, L) 2層構造	
		中間層フローティング	中間層コモン
反 射 率	40 [%]	78 [%]	80 [%]
駆 動 電 圧	± 10 [V]	± 20 [V]	± 10 [V]
フ リ ッ カ	○	×	○
焼 き つ き	○	×	○
コ ン ト ラ ス ト 比	20	≤ 4	20
	↑ 比較例1	↑ 比較例2	↑ 実施例1

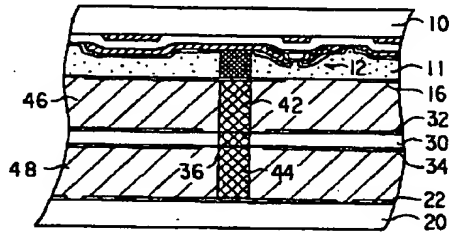
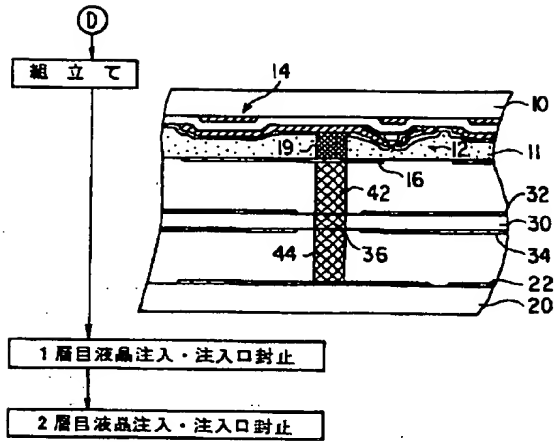
【図37】



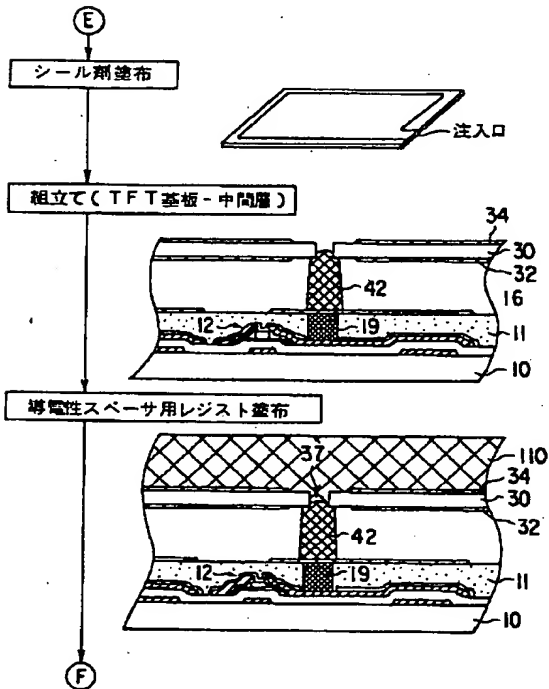
【図38】



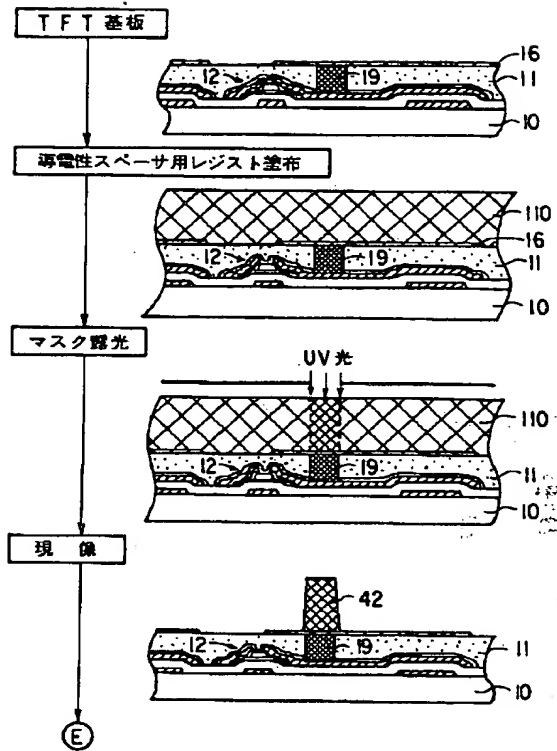
【図39】



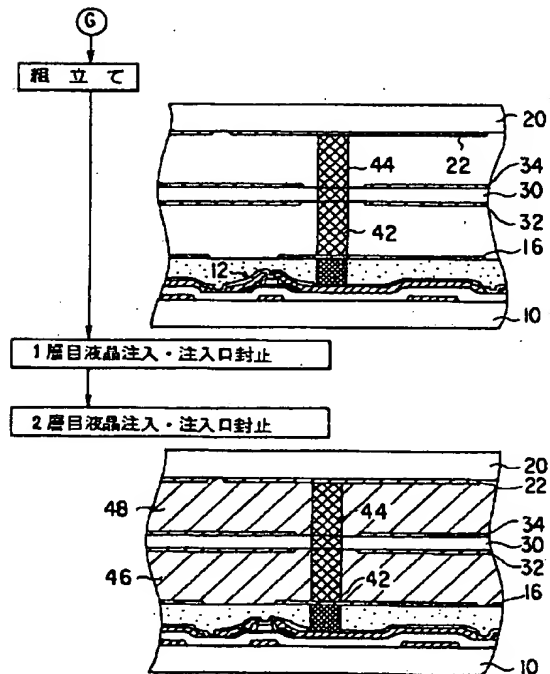
【図41】



【図40】



【図43】



【図42】

